www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

10e JAARGANG No. 9, blz. 257-288 SEPTEMBER 1948

Philips Technisch Tijdschrift

BEHANDELENDE TECHNISCHE VRAAGSTUKKEN
SAMENHANGENDE MET DE PRODUCTEN, WERKWIJZEN EN ONDERZOEKINGEN
VAN DE N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

REDACTIE: HET NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, EINDHOVEN

EEN EXPERIMENTELE ZEND- EN ONTVANGINSTALLATIE VOOR SNELLE FACSIMILE-OVERDRACHT

II. DE BOUW VAN HET ZENDAPPARAAT

621.397.61

door D. KLEIS, F. C. W. SLOOFF *) en J. M. UNK *).

In de zender van het door Philips ontwikkelde systeem voor snelle facsimile-overdracht worden de over te seinen documenten met behulp van een gelijkspanningsbron voor enige kV electrisch op een transportband vastgekleefd. Een roterend optisch systeem, waar de lopende band dwars op zijn bewegingsrichting omheen wordt gebogen, tast opeenvolgende parallelle lijnen op het papier af, met een snelheid van 180 lijnen per seconde. De rotor bevat drie identieke, onder hoeken van 120° ten opzichte van elkaar geplaatste aftaststelsels, zodat de band slechts over 120° behoeft te worden gebogen. De drie stelsels projecteren om beurten een aftastvlekje van $^1/_5$ mm diameter op het papier en concentreren tevens het van dit vlekje diffuus gereflecteerde licht op een stilstaande multiplicatorbuis (fotocel met versterking door secundaire emissie). Door zorgvuldige constructie van het optische systeem kan met een filmprojectielamp als lichtbron een lichtstroom op de fotocel worden verkregen van 0,20 tot 0,70 millilumen, voor zwarte resp. witte gedeelten van het document. Het door de multiplicatorbuis geleverde signaal voor wit ligt 43 db boven het „geruis", zodat dit laatste geen zichtbare zwartingsfluctuaties in het ontvangen beeld doet ontstaan.

Het systeem voor snelle facsimile-overdracht, dat in het Philips-laboratorium te Eindhoven is ontwikkeld, kunnen we wat zijn prestaties betreft, heel in het kort aldus kenschetsen. Een continue stroom van tekeningen, foto's of andere documenten wordt via een kabel of radioverbinding overgeseind met een snelheid van 80 cm² per seconde (een vel A4-formaat in 8 seconden). Details van het origineel ter grootte van 0,2 mm worden nog goed weergegeven. Het ontvangapparaat levert een zes maal verkleinde reproductie van de documenten op een 45 mm-filmband.

De plaats van dit nieuwe facsimile-systeem naast de tot dusverre gebruikte, ongeveer 60 maal langzamer werkende systemen en naast andere hulpmiddelen der communicatietechniek is in een voorafgaand artikel in dit tijdschrift geschetst [1]). Wij willen thans tot een nadere beschrijving van de apparatuur overgaan. In dit artikel komen hoofdzakelijk de mechanische en optische kant van het zendapparaat ter sprake. In een aansluitend artikel zal op dezelfde wijze het ontvangapparaat worden beschreven. Het electrische gedeelte van de installatie zal daarna in een afzonderlijk artikel worden behandeld.

Algemene bouw van de zender

Volgens het principe dat in elke moderne installatie voor facsimile-uitzending wordt toegepast, laat men het over te brengen beeld of document in de zender aftasten door een lichtvlekje, dat op elkaar volgende, evenwijdige lijnen op het papier doorloopt. De variërende hoeveelheid gereflecteerd licht wordt door middel van een fotocel omgezet in een wisselende electrische spanning, die naar het ontvangapparaat wordt gezonden.

Bij de gebruikelijke, langzame, facsimile-systemen geschiedt het aftasten met behulp van een roterende trommel, waar het document omheen is gewikkeld en waarlangs zich, evenwijdig aan de as, een optisch aftastsysteem langzaam verplaatst.

*) N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie (v.h. N.S.F.) te Hilversum.

[1]) H. Rinia, D. Kleis en M. van Tol, Een experimentele zend- en ontvanginstallatie voor snelle facsimile-overdracht, I. Algemene gegevens, Philips techn. T. **10**, 225-231, 1948 (No. 8).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

zodanig dat de aftastvlek een schroeflijn van zeer geringe spoed op de trommel beschrijft. Hoewel deze methode voor de langzame systemen goed voldoet, is zij voor een snel werkend systeem niet geschikt. Bij de uitzending van elk beeld wordt nl. een zeker tijdverlies veroorzaakt doordat men de trommel met het document gereed moet maken en telkens het synchronisme tussen ontvanger en zender moet herstellen. Dit verlies gaat bij overbrengtijden van enkele seconden per beeld relatief te zwaar wegen.

Weliswaar heeft men bij sommige systemen het stopzetten van de trommel weten te vermijden door middel van een inrichting waarmee het toegevoerde papier automatisch om de roterende trommel wordt gespannen. Maar terwijl dit heel goed blijkt te gaan bij een toerental van de trommel van ca 3 omw/sec, zou het bij de 60 maal snellere rotatie van de trommel, die voor onze hoge overdrachtssnelheid nodig zou zijn, tot de onmogelijkheden behoren.

Voor het nieuwe systeem is daarom een aftastmethode gekozen waarbij de bewegingen van papier en aftastoptiek als het ware zijn verwisseld. Hierdoor is een continue aanvoer van documenten mogelijk. In *fig. 1* is te zien hoe de methode werkt.

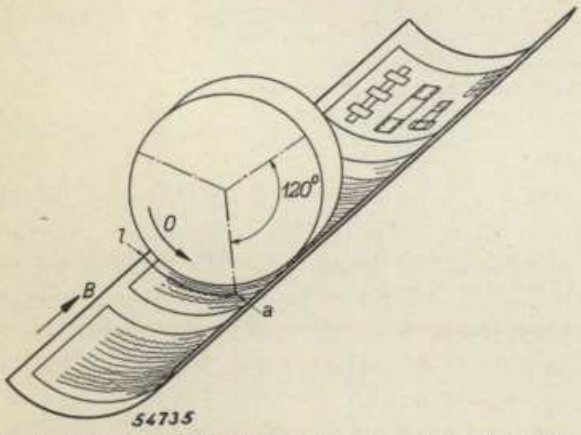


Fig. 1. De transportband B met er op gelegde documenten loopt langs het snel roterende optische aftastsysteem O, waarvan de rotatie-as evenwijdig aan de bewegingsrichting van de band staat. Hierdoor worden parallelle lijnen op de documenten afgetast; l is zulk een lijn, de aftastvlek bevindt zich in de getekende situatie in a. De rotor bevat drie optische systemen met hoekafstanden van 120°, zodat de transportband slechts over 120° behoeft te worden gebogen.

De over te brengen documenten worden het één na het ander los op een eindeloze lopende band, van 22 cm breedte, gelegd. Verderop passeert de band een snel roterend optisch systeem, hetwelk een aftast-lichtvlekje van 0,2 mm diameter een lijn dwars over de band doet doorlopen. Men houdt het vlekje op zijn gehele baan over de band scherp, door de transportband ter plaatse van de aftasting, dwars op zijn bewegingsrichting, te buigen volgens een cylinderoppervlak dat de draaiingsas van het optische systeem tot as heeft. Daar het echter klaarblijkelijk niet mogelijk is, de band tot een gesloten cylinder te deformeren, buigen wij de band slechts over een hoek van 120° om de as en brengen in de rotor drie onderling identieke, op hoekafstanden van 120° geplaatste, optische systemen aan. De lichtvlek van een aftastsysteem legt nu zijn baan dwars over de band in $^1/_3$ omwenteling af, wordt dan, terwijl de band inmiddels iets is opgeschoven, gevolgd door het vlekje van het tweede systeem, dat eenzelfde baan beschrijft, enz. De aandrijving van de band en die van de rotor zijn door een wormoverbrenging met elkaar gekoppeld, zodanig dat de opeenvolgende op het papier afgetaste lijnen van 0,2 mm breedte precies naast elkaar komen te liggen.

De transportband wordt op de gewenste wijze gebogen, door de rotor te omgeven met een coaxiale, stilstaande cylinder (in fig. 1 eenvoudigheidshalve weggelaten), waartegen de voortglijdende band door een aantal rolletjes wordt aangedrukt. In de mantel van deze stilstaande cylinder is een spleet gesneden om de aftastende lichtbundel door te laten.

De wijze waarop de drie aftastvlekjes worden verkregen, en de verdere weg van het licht, worden door *fig. 2* verduidelijkt. In de as van de rotor is een stilstaande lichtbron geplaatst. Drie kleine condensors, die in een gelijkzijdige driehoek rondom de as op de rotor zijn gemonteerd, concentreren het licht van de lichtbron op drie diafragma's. De drie door deze diafragma's doorgelaten lichtbundels worden door drie vlakke spiegeltjes in radiale richting gekaatst naar drie op de omtrek van de rotor aangebrachte afbeeldingsstelsels. De brandpuntsafstanden zijn zo gekozen dat de lichtbron door de condensor wordt afgebeeld in de opening van elk afbeeldingsstelsel, terwijl dit laatste — een microscoopobjectief — een verkleind beeld van het bijbehorende diafragma werpt op het papier.

Het objectief heeft tevens de functie, het licht dat van het verlichte plekje van het papier wordt gereflecteerd (en dat dus bij het aftasten voortdurend in sterkte wisselt), op een stilstaande, eveneens in de as van de rotor opgestelde, fotocel te concentreren. Hiertoe is vóór het objectief een doorboorde schuine spiegel geplaatst (S in fig. 2). Het van de lichtbron komende licht treedt door de boring en vult het middelste gedeelte van het objectief. Op het papier wordt het licht echter diffuus weerkaatst, het teruggekaatste licht vult dus het gehele objectief, en een groot deel er van komt terecht op de spiegel rondom de boring. De

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

spiegel kaatst dit deel van de lichtbundel in een richting evenwijdig aan de rotoras. Deze bundel wordt opgevangen door een spiegel, die is aangebracht op een tweede, op dezelfde as bevestigde rotorschijf. De spiegel werpt het licht naar de as toe, waar het door een laatste spiegel naar de fotocel wordt gericht. Dit laatste spiegelpaar is natuurlijk ook weer in drievoud uitgevoerd, nl. een systeem voor elke aftastvlek, met hoeken van 120° tussen de drie systemen.

Gedurende $^1/_3$ omwenteling, zolang het aftastvlekje *I* zich over de transportband beweegt, zal de fotocel gereflecteerd licht via het optische systeem *I* ontvangen. Zodra de aftastvlek *II* haar baan over het papier begint te beschrijven, krijgt de fotocel licht van het systeem *II*, maar zij zal van deze aflossing niets bemerken, mits de systemen voldoende nauwkeurig zijn gejusteerd en in lichtsterkte geregeld. Hetzelfde geldt voor de overgang van systeem *II* naar systeem *III*, die nog weer $^1/_3$ omwenteling later plaats heeft.

De as met de beide rotorschijven maakt 60 omwentelingen per seconde. Er worden dus per seconde 180 lijnen afgetast. In 8 seconden zijn dit 1440 lijnen, hetgeen correspondeert met een lengte van 28,8 cm van het document, d.i. ongeveer de lengte van een vel A4-formaat (21 cm × 29,7 cm).

Als fotocel wordt een multiplicatorbuis gebruikt. Zoals we nog zullen zien, bedraagt in het normale bedrijf de hieruit verkregen stroom — die overeenkomstig het reflectievermogen van het afgetaste papier in sterkte wisselt — bij aftasting van een wit gedeelte ongeveer 70 μA. De stroom wordt door een weerstand geleid, de wisselende spanning op de weerstand wordt versterkt tot ca 25 V (topwaarde) en het aldus verkregen signaal kan dan bijv. voor het moduleren van de draaggolf van een radiozender worden gebruikt. De electrische apparatuur moet signalen met frequenties van 0 tot 100 000 per/sec onverzwakt doorgeven, daar enerzijds de constante gemiddelde helderheid van het document (frequentie 0) in het ontvangapparaat met de juiste waarde moet worden gereproduceerd, en anderzijds lichtwisselingen tot 100 000 per/sec onverzwakt moeten worden overgebracht om details ter grootte van het aftastvlekje (0,2 mm) nog goed te kunnen weergeven.

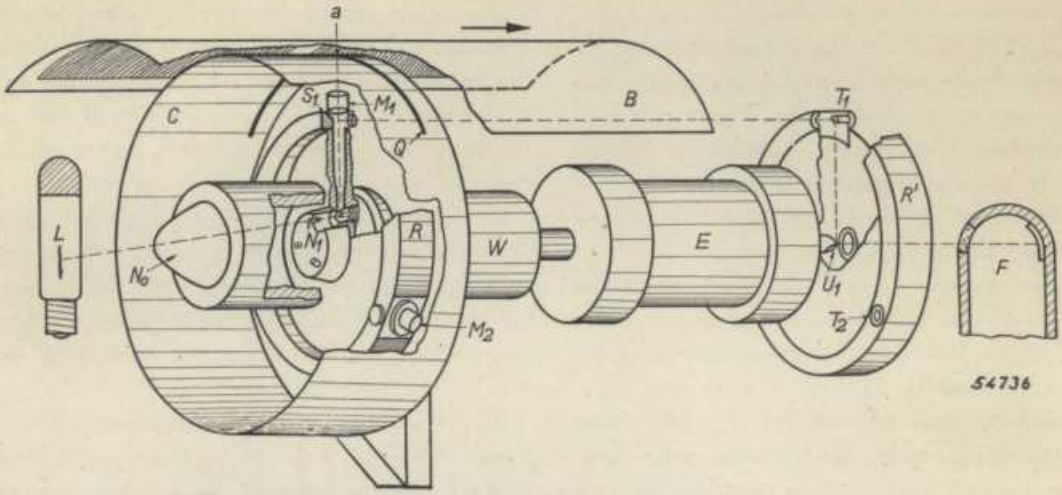


Fig. 2. Het roterende aftastsysteem, op sommige plaatsen opengebroken. De transportband *B*, waarop de aftastvlek *a* wordt geworpen, loopt boven het systeem langs (niet onder het systeem, zoals in fig. 1 duidelijkheidshalve werd getekend). De documenten worden dus in hangende positie afgetast, hetgeen zonder bezwaar mogelijk is dank zij de hieronder te beschrijven kleefmethode.

C stilstaande aftastcylinder, waarop de band wordt aangedrukt, *Q* spleet; *E* motor die de rotorschijven *R* en *R'* aandrijft, *W* wormwielkast voor het afleiden van de langzame beweging van de transportband uit de rotor-draaiing.

Het optische systeem bevat een stilstaande lamp *L*, een eveneens stilstaande fotocel *F*, een hulpcondensor N_0, die niet essentieel is maar slechts dient om een verkleinde (beter geconcentreerde) tussenafbeelding van het filament van *L* te maken, en een in drievoud uitgevoerd stelsel van spiegels en lenzen. De index 1 slaat op het eerste, 2 op het tweede stelsel (van het derde is niets zichtbaar). N_1 condensor, met daarachter zonder letteraanduiding diafragma en spiegeltje; S_1 doorboorde spiegel; M_1 objectief; T_1, U_1 spiegels.

De transportband

Na dit overzicht van de bouw van de zender zullen enige bijzonderheden wat uitvoeriger worden beschreven.

Het principe van de door ons toegepaste aftastmethode heeft Alexanderson reeds in 1928

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

getracht in practijk te brengen [2]). Hij gebruikte een rotor met twee aftastsystemen. De documenten moesten dus ter plaatse van de aftasting over een halve cirkel (180°) worden gebogen. Deze sterke deformatie maakte het transporteren en glad houden van het papier moeilijk, en de mechanische methode die hiervoor werd toegepast, was niet zeer bedrijfszeker.

De moeilijkheden in het papiertransport zijn in ons apparaat geheel overwonnen, dank zij de toepassing van drie in plaats van twee aftastoptieken, waardoor het papier belangrijk minder behoeft te worden gedeformeerd, en dank zij een nieuwe, electrische methode om de documenten op een transportband vast te houden.

Deze methode berust op de electrostatische aantrekking die tussen twee condensatorplaten optreedt. De transportband is gemaakt van „Astralon", een kunststof van de familie der polyvinylchloriden [3]). Deze stof munt uit door haar grote electrische doorslagvastheid en door haar buitengewoon hoog oppervlakte-isolatievermogen. De 0,5 mm dikke band fungeert als diëlectricum tussen een (permanent aan aarde verbonden) metaallaagje, dat op de binnenzijde van de band is aangebracht, en het papier, dat in dit verband als een, weliswaar slechte, geleider kan worden beschouwd. De band met het er op gelegde papier wordt onder een, op de band aandrukkend, „tapis roulant" van messinggaas doorgevoerd, zie *fig. 3*. Het gaas wordt met behulp van een eenvoudige hoogspanningsgelijkrichter op een positieve potentiaal van 7 à 10 kV ten opzichte van aarde gehouden. De electrische lading, die bij het ca 15 seconden durende contact tussen papier en gaas geleidelijk in het papier en op de „Astralon" band wordt gebracht, wordt bij de verdere beweging van de band hierop vastgehouden. Het papier plakt hierdoor zo stevig op de band, dat een kracht van 0,5 kg/dm² nodig zou zijn om het tangentieel van de band af te trekken. Het isolatievermogen van het papier is (bij niet overmatig vochtige atmosfeer) groot genoeg opdat de lading niet voortijdig naar de, met aarde verbonden, aftastcylinder kan weglekken. Ook de kort durende aanraking met deze cylinder bij het aftasten brengt geen noemenswaardige ontlading teweeg.

Na het passeren van de aftastcylinder loopt de band tussen twee rollen door, nl. een metalen drukrol H en de rol K, die wordt aangedreven en die door de wrijving de band zonder slippen meeneemt. De rol H staat ten opzichte van aarde op een wisselspanning van ca 3 kV, die aan de transformator van de zoëven genoemde hoogspanningsgelijkrichter wordt ontleend. Door deze wisselspanning wordt de condensator, die het „Astralon" met metaallaagje en papier vormt, zover ontladen, dat het papier na het passeren van H van de band afvalt en in een verzamelbakje kan worden opgevangen [4]).

De beschreven plakmethode heeft het belangrijke bijkomstige voordeel dat het over te brengen document niet aan een bepaald formaat is gebonden: het mag een willekeurige lengte hebben, en ook een willekeurige breedte, mits het maar niet breder is dan de transportband zelf.

Bij het opleggen van de papieren op de transportband zal het wel eens voorkomen dat men de bewegende band aanraakt en er dan een meer of minder voelbare remmende kracht op uitoefent. Om te vermijden dat hierdoor ongelijkmatigheden in de bandbeweging ter plaatse van de aftasting ontstaan, zijn alle rollen waarover de band wordt geleid, gelagerd in twee „schommels", die kunnen slingeren om de assen A_1 en A_2 (fig. 3*b*). Door een veer, gespannen tussen de ondereinden der schommels, wordt de band strak gehouden. Remt men de band ter plaatse P, dan kan de rol K de band zonder noemenswaardige extra belasting een eindweegs verder trekken: de hiervoor benodigde bandlengte kan nl. worden verkregen doordat de linkerschommel kloksgewijs een kleine hoek draait. Door de trek van de veer zal ook de rechterschommel een weinig in dezelfde richting draaien (het naar deze zijde getransporteerde stuk band blijft dus ondanks het vasthouden bij P gespannen); dank zij echter het feit dat de as A_1 tevens de as van de drijfrol K is, blijft deze laatste op haar plaats. De bandlengte tussen de drijfrol en de vaste plaats C

[2]) Zie bijv. bij F. Schröter, Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens, Springer Berlijn 1932, pag. 414.

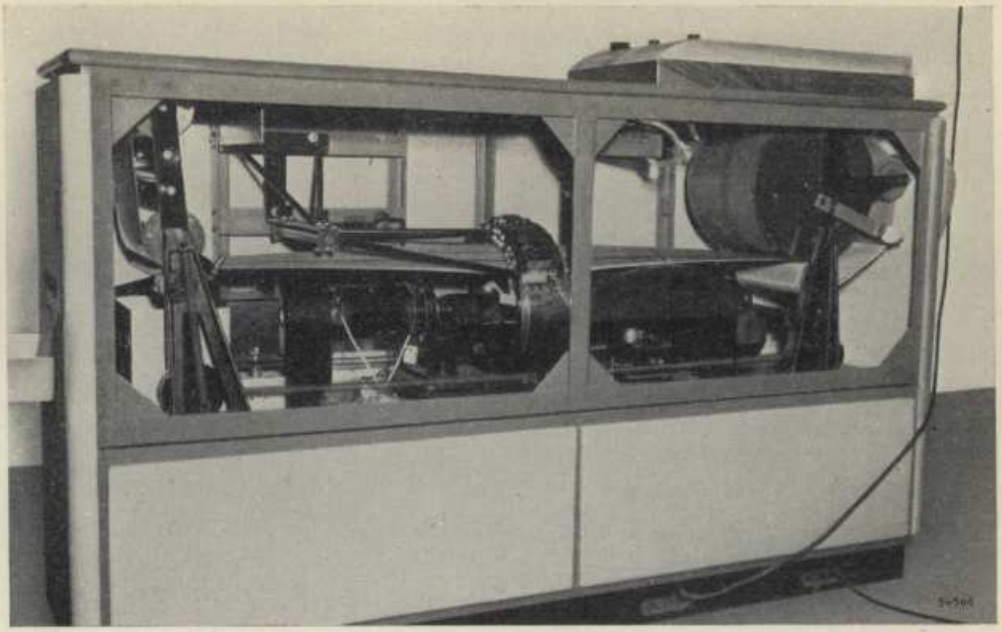
[3]) „Astralon", ook bekend onder de naam Igelit MP-A, is een mengpolymerisaat van 80% vinylchloride, 10% dimethylmaleaat en 10% diaethylmaleaat. Het wordt voor soortgelijke toepassingen gebruikt als celluloid, waarop het uiterlijk zeer sterk gelijkt, hoewel het chemisch volkomen verschillend is.

[4]) Deze ontlaadmethode, waarbij elke plaats van de transportband wordt blootgesteld aan een wisselspanning, welker amplitude onder het naderen en weer verlaten van de rol H geleidelijk van 0 tot ca 4 kV toeneemt en dan weer tot 0 daalt, is enigszins analoog aan het bekende ontmagnetiseren van een permanente magneet door een geleidelijk tot 0 afnemende wisselstroom. In ons geval is het de ladingstoestand van het „Astralon", die door het wisselveld moet worden opgeheven. In dit verband merken wij nog op, dat het proces van het „laden" van papier en band in werkelijkheid ingewikkelder is dan men uit de hier gegeven summiere beschrijving zou opmaken. Zeer dunne laagjes lucht tussen het papier en de band spelen hierbij een belangrijke rol. Zij geven aanleiding tot het ontstaan van een „ladingspatroon" op de „Astralon" band, dat goeddeels aansprakelijk blijkt te zijn voor de zeer grote kleefkracht.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

a)



b)

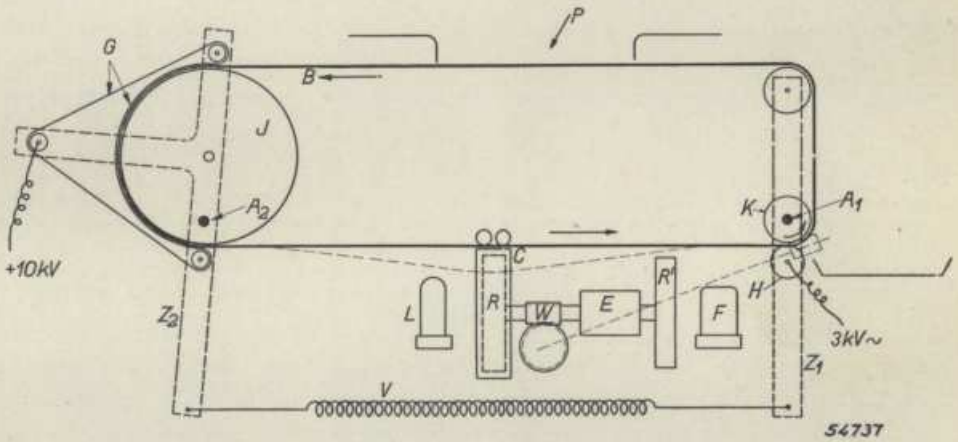


Fig. 3. *a*) Foto van de geopende zender, *b*) schematische doorsnede (van de andere kant gezien). De transportband *B* wordt in de pijlrichting bewogen door de rol *K*. Bij *P* worden de documenten op de band gelegd. Over de trommel *J* lopend, bevinden zich de vellen papier tussen de, aan de binnenkant gemetalliseerde en geaarde band en een meelopend tapis roulant *G* van messinggaas, dat op een hoge potentiaal ten opzichte van aarde wordt gehouden. Door de er op gebrachte lading blijven de documenten electrostatisch op de transportband kleven. Bij *C* wordt de band om de aftast-cylinder heengebogen. De deformatie van de band is in de afbeelding (*a*) goed te zien. Door de op een hoge wisselspanning staande rol *H* worden de documenten ontladen, zodat zij van de band afvallen en in een verzamelbakje terechtkomen. De trommel *J* en alle rollen waarover de band loopt, zijn gelagerd in twee schommels Z_1 en Z_2, die om de assen A_1 resp. A_2 kunnen slingeren; een veer *V* houdt de band strak. Door deze constructie is een gelijkmatige beweging van de band ter plaatse van de aftasting verzekerd. *E* = motor die de rotorschijven *R* en *R'* en via de wormoverbrenging *W* ook de rol *K* aandrijft. *L* lamp, *F* fotocel.

van de aftasting blijft dus onveranderd, en mits de remming niet te lang duurt, wordt de bandbeweging bij *C* practisch niet door het slingeren van de beide schommels beïnvloed.

Men ziet, dat deze eenvoudige compensatiemethode alleen mogelijk is doordat het aftasten en het opleggen van het papier plaats hebben op tegenover elkaar gelegen gedeelten van de band, of, anders gezegd, doordat het papier in „hangende" positie wordt afgetast. Hieruit blijkt nog eens het belang van de deugdelijke fixering door de electrostatische plakmethode.

De aftast-optiek

De weg van het licht in één der drie aftastsystemen is in *fig. 4* schematisch weergegeven. Om ondanks de kleinheid van het aftastvlekje, waarvan het gereflecteerde licht wordt opgevangen, en ondanks de aanzienlijke verliezen op de ingewikkelde lichtweg toch een behoorlijke lichtstroom op de fotocel te verkrijgen, is het zaak een zeer heldere lichtbron en een afbeeldingsstelsel *M* met zeer grote lichtsterkte (numerieke apertuur) te gebruiken. Als lichtbron dient een filmprojectielamp van

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

110 V, 400 W, die een zeer geconcentreerd filament bezit met een helderheid van 2270 k/cm² (gemiddelde waarde over het filamentoppervlakje). Als afbeeldingsstelsel is gekozen een microscoopobjectief, met een numerieke apertuur $A = 0{,}3$. Het objectief heeft een zodanige brandpuntsafstand, dat bij een voorwerps- en beeldafstand welker som globaal gelijk is aan de kromtestraal van het gebogen functies bedraagt dan $A_1 = A_2 = 0{,}7\,A = 0{,}21$. (Bij enigszins spiegelende in plaats van zuiver diffuse reflectie door het papier is het gunstiger A_2 wat groter te maken dan A_1.)

In principe zou men een microscoopobjectief met grotere numerieke apertuur dan 0,3 kunnen nemen. Dit is niet gedaan om twee redenen. Ten eerste wordt bij grotere apertuur de „beeldruimte", d.i.

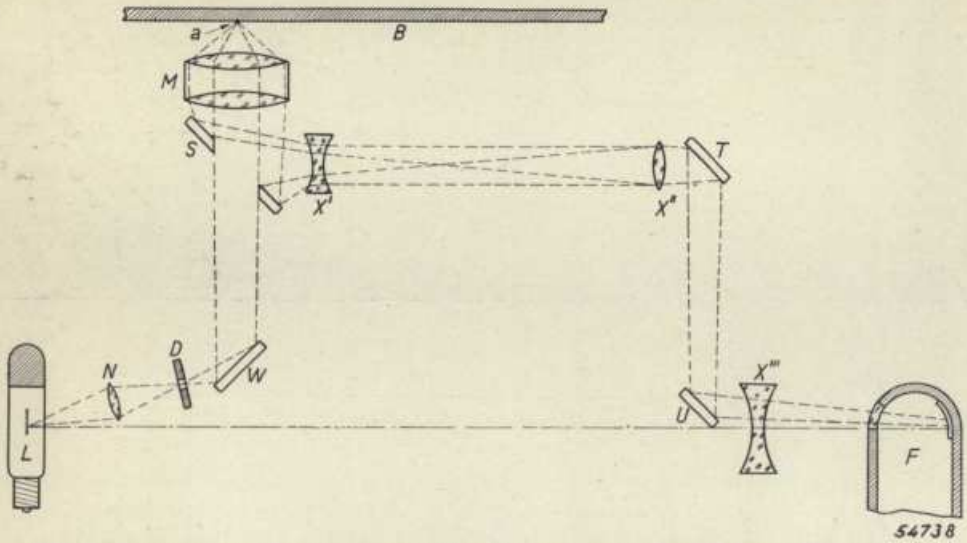


Fig. 4. Stralenweg in één der drie optische systemen van de rotor. L lamp, N condensor (de hulpcondensor N_0 uit fig. 2 is hier niet getekend), D diafragma, W spiegel, S doorboorde spiegel, M microscoopobjectief, a aftastvlek op de transportband B, T en U spiegels, F fotocel, X' X'' X''' lenzen die de divergentie van de lichtbundel regelen zodat deze ten volle door de spiegels en de fotocel wordt opgevangen.

papier (deze straal volgt uit de breedte van de transportband), het diafragma 4,5 maal verkleind op het papier wordt afgebeeld. In verband met de gewenste grootte van 0,2 mm van de aftastvlek krijgt dus het diafragma een diameter van 0,9 mm, zodat het gemakkelijk te vervaardigen en te justeren is.

Het objectief M moet zowel het heengaande als het teruggaande licht concentreren. De grootte van het gat in de doorboorde spiegel (S in fig. 4) bepaalt, welk deel der objectiefopening voor elk dezer beide functies beschikbaar is. Het is duidelijk dat er een optimale grootte van het gat zal bestaan. Noemen we de diameter van het objectief D, de diameter van het gat d, dan is de totale apertuur $A \sim D$, het voor het heengaande licht werkzame gedeelte van de apertuur $A_1 = A \cdot d/D$, en het gedeelte werkzaam voor het teruggaande licht: $A_2 = \sqrt{A^2 - A_1^2} = A\sqrt{D^2 - d^2}/D$. De lichtstroom die op de fotocel wordt verzameld is evenredig met $A_1^2 \cdot A_2^2$, dus $\sim d^2\,(D^2 - d^2)$. Dit wordt een maximum voor $d^2 = D^2 - d^2$, dwz. $d = D/\sqrt{2}$. Het gat in de spiegel moet dus een diameter hebben van, afgerond, 0,7 maal de opening van het objectief. De werkzame numerieke apertuur van het objectief voor elk der beide de afstand van papier tot objectiefoppervlak, waartussen men de vaste cylindermantel met de aftastspleet moet onderbrengen, ongewenst klein. Ten tweede neemt de scherptediepte ontoelaatbaar af. Een zekere scherptediepte is noodzakelijk met het oog op de nodige toleranties in de scherpstelling, een eventuele geringe excentriciteit tussen de rotor en de cylinder die de band geleidt, eventuele trillingen van beide, of geringe oneffenheden in het op de band gekleefde papier. Verandert de afstand door een dezer oorzaken met + of −0,1 mm, dan zal bij een apertuur $A_1 = 0{,}21$ het aftastvlekje in diameter toenemen van 0,2 mm tot $0{,}2 + (2 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}21) \approx 0{,}24$ mm, hetgeen nog als toelaatbaar kan worden beschouwd.

In fig. 4 ziet men, dat het door de spiegel S opzij geworpen licht nog een drietal lensjes moet passeren. Deze dienen om de divergentie van de bundel zodanig te beperken dat hij ten volle door de in de tweede rotorschijf opgestelde spiegeltjes resp. de fotocel kan worden opgevangen. De betrekkelijk grote afstand tussen de twee rotorschijven, waardoor deze maatregel nodig wordt gemaakt, was noodzakelijk omdat zowel de lichtbron als de fotocel stilstaande in de as, dus aan weerszijden van de

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

aandrijvende electromotor met de wormwielkast, dienden te worden geplaatst. Tevens sluiten de genoemde lensjes de holten van de schijven af en helpen daardoor de spiegels enz. zo goed mogelijk vrij van stof houden. De met 3600 omw/min roterende schijven bleken nl. als een soort stofzuiger te werken, zodat zonder de vermelde afsluitingen de lichtstroom op de fotocel spoedig door vervuiling van spiegels en lenzen in ontoelaatbare mate zou dalen.

We kunnen nu de totale op de fotocel verkregen lichtstroom Φ globaal als volgt berekenen. Is B de gemiddelde helderheid van het gloeilichaam van de lichtbron, F het oppervlak van het aftastvlekje, dan valt op dit vlekje — als we nog even afzien van verliezen in het optische systeem — de lichtstroom:

$$\Phi_1 = \pi B F A_1^2.$$

We willen onderstellen dat het papier volkomen diffuus reflecteert, met een reflectievermogen r_w op de meest witte en r_z op de meest zwarte (bijv. met drukinkt bedekte) plekken. Van de lichtstroom $r_w\Phi_1$, die het witte papier uitstraalt in een ruimtehoek 2π, vangt het objectiefgedeelte dat voor het teruggaande licht beschikbaar is, de fractie $r_w\Phi_1 A_2^2$ op. Is q de factor waarmee het licht ten gevolge van reflectieverliezen in het optische systeem wordt verzwakt, dan wordt de uiteindelijke lichtstroom op de fotocel bij aftasting van een wit vel papier gegeven door:

$$\Phi_w = \pi q r_w B F A_1^2 A_2^2.$$

Aangezien het licht van de gloeilamp tot de fotokathode in totaal 20 maal een grensvlak tussen glas en lucht moet passeren, met telkens 4% verlies door reflectie, en 4 maal aan een (metallisch) spiegeloppervlak onder 45° wordt gereflecteerd, met telkens 20% verlies door absorptie, berekent men voor q de waarde $0{,}96^{20} \cdot 0{,}80^4 \approx 0{,}18$. De reflectiecoëfficient r_w van wit papier kunnen we op 0,85 stellen, de coëfficient r_z voor de gezwarte plekken op ca 0,25. Voeren we verder in $A_2 = A_1 = 0{,}21$, $B = 2270$ K/cm² en $F = \pi \cdot (0{,}01)^2$ cm², dan wordt de lichtstroom $\Phi_w \approx 0{,}70$ millilumen. Bij aftasting van de zwarte gedeelten krijgen we een lichtstroom $\Phi_z = \Phi_w \cdot r_z/r_w \approx 0{,}20$ millilumen.

De fotocel; het verkregen signaal

Met behulp van een multiplicatorbuis kan uit de zeer kleine beschikbare lichtstroom een signaal van voldoende sterkte ten opzichte van de onvermijdelijke „geruis"-storingen worden verkregen. Met een gewone fotocel zou dit niet mogelijk zijn. Men kan dit als volgt inzien.

Een normale goede vacuum-fotocel kan ongeveer 20 μA per lumen leveren. Bij de genoemde waarden van de lichtstroom zouden we dan hebben te werken met stromen tussen $4 \cdot 10^{-9}$ en $14 \cdot 10^{-9}$ A. In de practijk zal men er echter rekening mee moeten houden dat de gevoeligheid van de fotocel op den duur daalt, terwijl ook de beschikbare lichtstroom zal afnemen door de geleidelijke zwarting van de ballon van de filmprojectielamp en door het afzetten van een weinig stof op de talrijke vlakken van het optische systeem. Met nog een zekere reserve moet men daarom de stroomsterkte waarmee gewerkt wordt, een factor 10 lager stellen, d.i. variërend tussen $4 \cdot 10^{-10}$ A voor zwart en $14 \cdot 10^{-10}$ A voor wit.

Schakelen we in serie met de fotocel een weerstand van $R = 10\,000$ ohm, dan beschikken we over een signaalspanning variërend van 4 tot 14 μV voor de ingang van de aangekoppelde versterker. Op de weerstand treedt een geruisspanning op, waarvan de grootte volgens een bekende formule wordt gegeven door $\sqrt{4kTR \cdot \Delta f}$, waarin k de constante van Boltzmann, T de absolute temperatuur, Δf de nuttig gebruikte frequentieband is. Doordat wij voor Δf de grote waarde van 100 kper/sec moeten nemen (zie hierboven), wordt de geruisspanning op de weerstand 4 μV. Voor de zwarte gedeelten van het beeld krijgen we derhalve een geruis van dezelfde sterkte als het signaal, hetgeen natuurlijk (althans als men de weergave van halftinten niet wil prijsgeven) ontoelaatbaar is. Hierin zou wel verbetering worden gebracht door keuze van een grotere weerstand R, aangezien het signaal evenredig met R, het geruis slechts evenredig met $\sqrt{R}$ toeneemt. Maakt men echter R belangrijk groter dan de genoemde waarde van 10^4 ohm, dan worden frequenties van de orde van 100 kper/sec in de fotostroom te veel verzwakt, ten gevolge van de admittantie der onvermijdelijke, parallel op R staande capaciteiten (bijv. van de eerste versterkbuis).

Bij gebruik van een multiplicatorbuis is de situatie aanmerkelijk gunstiger. Dank zij de inwendige versterking door de successieve secundaire-emissietrappen krijgt men enorm veel grotere fotostromen. Een bij Philips ontwikkeld type, dat 8 trappen bevat en dat wij voor het facsimileapparaat hebben gebruikt [5]), kan een fotostroom

[5]) Een beschrijving van een multiplicatorbuis vindt men bijv. in Philips techn. T. 3, 138, 1938. Voor de focussering der electronen op de opeenvolgende secundaire-emissie-electroden werd toen een magnetisch veld gebruikt. Tegenwoordig wordt met electrostatische focussering gewerkt, hetgeen veel eenvoudiger in het gebruik is.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

leveren van 1 A/lumen. Bij eenzelfde serieweerstand wordt het signaal waarmee kan worden gewerkt, als we weer met een veiligheidsfactor 10 voor de oudering van de multiplicatorbuis, daling van de lichtstroom enz. rekenen (zie hieronder), 0,2 volt voor zwart. Het geruis van de weerstand valt nu geheel in het niet. Men houdt slechts een geruis over ten gevolge van het hageleffect, d.i. de fluctuatie van de uitzending van electronen door de fotokathode (en door de secundaire-emissie-electroden) — een geruisbijdrage die ook bij de gewone fotocel aanwezig is, doch die we daar konden verwaarlozen naast het geruis dat aan de weerstand te wijten is. De fluctuatie van de electronenstroom wordt gegeven door $1{,}4\ p\ \sqrt{2e\ I_a \cdot \Delta f}$, waar e de lading van het electron is, I_a de stroom die de fotokathode levert en p de inwendige versterkingsfactor van de multiplicatorbuis (de getalfactor 1,4 in de aangegeven uitdrukking geldt voor moderne secundaire-emissiebuizen, waarbij elk electron gemiddeld 5 secundaire electronen vrij maakt). Met $p = 50\,000$ en I_a voor wit $= 14 \cdot 10^{-10}$ A wordt de signaalstroom 70 μA en de verhouding tussen geruis en signaal ca 0,007. Dit is een zeer behoorlijke waarde (43 db). Bovendien heeft men thans het voordeel, dat bij dalende lichtstroom de verhouding tussen ruisen en signaal slechts evenredig met $1/\sqrt{I_a}$ toeneemt (bij het ruisen, afkomstig van de weerstand, is zij evenredig met $1/I_a$!). Ook in het zwart is het ruisen daardoor nog zeer gering, nl. 1% van het signaal. Dit betekent dat de door het „ruisen" veroorzaakte zwartingsfluctuaties ook in de zwarte gedeelten van het overgebrachte beeld, waar zij relatief het grootst zijn, nog vrijwel niet merkbaar worden.

De hierboven opgegeven gevoeligheid van de multiplicatorbuis (1 A/lm) geldt voor een spanning van ca 150 V per secundaire-emissietrap. Deze gevoeligheid zou bij een verse lichtbron, pas schoongemaakte optiek, verse versterkbuizen enz. tot een signaal van 2 tot 7 V leiden. In de practijk wordt zo te werk gegaan dat in deze begintoestand het signaal wordt verlaagd tot de eerder genoemde, 10 maal kleinere waarden, door vermindering van de gevoeligheid van de multiplicatorbuis. Dit laatste wordt eenvoudig bewerkstelligd door de genoemde spanning per trap een weinig kleiner te maken. Zodra tijdens het bedrijf de genoemde oudersingsverschijnselen merkbaar worden, kan men nu het signaal op dezelfde hoogte handhaven door de spanning op de multiplicatorbuis in de nodige mate op te voeren. Hiertoe is een regelknop met een meetinstrument dat de grootte van het signaal aangeeft, buiten aan het zendapparaat aangebracht.

In *fig. 5* geven wij een oscillogram weer van het signaal zoals het door de zender wordt geleverd bij aftasting van een wit vel papier met een getypte tekst. Het begin van elke lijn wordt aangegeven door

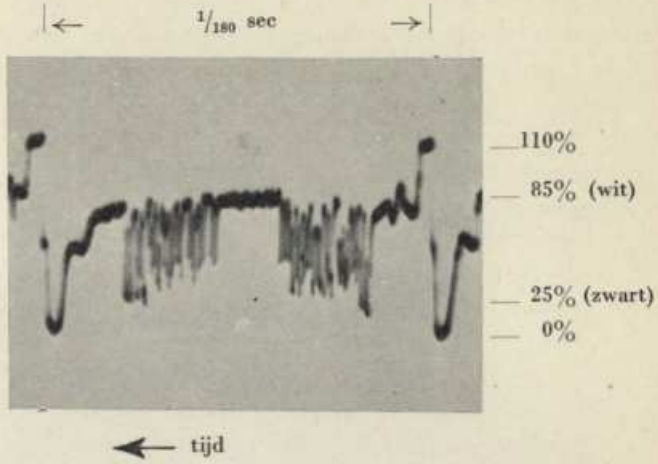


Fig. 5. Oscillogram van het signaal dat door het zendapparaat wordt geleverd bij het aftasten van een getypte brief. De niveaus voor zwart en wit zijn opzij aangegeven. De periodiek terugkerende extra hoge én lage impulsen (reflectievermogen 110 % resp. 0 %) dienen voor het overbrengen van de „zwartingsschaal" en voor de synchronisatie van ontvanger en zender.

een extra hoge spanningswaarde („witter" dan wit), het einde door een extra lage spanningswaarde. De eerste van deze beide „impulsen" dient voor de synchronisatie van het ontvangapparaat. Voorts worden de beide impulsen — zoals in het vierde artikel van deze reeks zal worden beschreven — gebruikt om bij de ontvangst alle zwartingen op de juiste schaal te kunnen reproduceren. De hoogte der impulsen is nl. vast en correspondeert met een reflectievermogen van 110% resp. 0%. De impulsen worden langs optische weg opgewekt, door het aftastvlekje, even vóór het op de transportband komt, resp. direct na het verlaten er van, twee oppervlakjes met de genoemde reflectievermogens te laten passeren. Het oppervlak met reflectievermogen 0 is eenvoudig een gat (onbedekt gedeelte van de spleet in de aftastcylinder); het oppervlak met „110% reflectievermogen" is een gematteerd aluminium plaatje. Natuurlijk reflecteert dit plaatje niet 110% van het er op vallende licht, maar door de enigszins spiegelende, van de wet van Lambert afwijkende, reflectie werpt het op het werkzame gedeelte van het objectief een lichtstroom, even groot als die welke een volkomen diffuus reflecterend oppervlak van 110% reflectievermogen hierop zou leveren.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

EEN EXPERIMENTELE ZEND- EN ONTVANGINSTALLATIE VOOR SNELLE FACSIMILE-OVERDRACHT

III. DE BOUW VAN HET ONTVANGAPPARAAT

621.397.62

door F. C. W. SLOOFF*), M. van TOL, en J. M. UNK*).

In de ontvanger van het Philips-systeem voor snelle facsimile-overdracht gebruikt men het ontvangen signaal, dat in sterkte wisselt overeenkomstig de zwartheid der punten van het afgetaste beeld in de zender, om de stroom door een gasontladingslamp te besturen. Het wisselende licht van dit schrijflampje wordt door een synchroon met de zender-rotor draaiend optisch systeem als een vlekje op een filmstrook geprojecteerd. De film wordt om de rotor heen gebogen en er continu langs getrokken, zodat het schrijfvlekje er parallelle lijnen op doorloopt, die exact beantwoorden aan de aftastlijnen in de zender. Wegens het zeer hoge oplossend vermogen van de gebruikte positief-film kan het beeld op 6× kleinere schaal dan het origineel worden geregistreerd, waardoor het filmverbruik zeer gering wordt. Hiertoe is de rotor-diameter $^1/_6$ van die in de zender gemaakt en is het schrijfvlekje 6× zo klein als het aftastvlekje (d.i. 33 μ). De rotor bevat weer drie identieke optische stelsels, zodat de filmstrook slechts over 120° moet worden gebogen. De toleranties, wat betreft de plaats en grootte van het schrijfvlekje en de onderlinge afwijkingen der drie stelsels in dit opzicht en in de lichtsterkte, zijn uiterst klein, zodat de rotor zeer nauwkeurig moest worden geconstrueerd. Terwijl voor de aftastvlek in de zender de ronde vorm het meest geschikt is, is voor het schrijfvlekje een bepaalde rechthoekige vorm gewenst; deze wordt verkregen door (4× verkleinde) afbeelding op de film van een rechthoekig diafragma, waarvan alle vier de zijden instelbaar zijn gemaakt. Het schrijflampje, dat modulatiefrequenties tot 100 kper/sec kan volgen en daarbij een helderheid heeft, voldoende om in 5 μsec een zwarting 1,5 op de film teweeg te brengen, werkt met een gasontlading in een mengsel van kwikdamp en argon onder lage druk. De ontlading is in een tuitje van 1 mm wijdte geconcentreerd. Door de lamp vloeit een ruststroom, die meehelpt om de hoge moduleerbaarheid te verkrijgen en om de licht-stroom-karakteristiek de voor een lineaire weergave gewenste vorm te geven.

Het zendapparaat van het Philips-systeem voor snelle facsimile-overdracht is, wat de mechanische en optische bouw betreft, in het voorafgaande artikel van deze reeks beschreven [1]). Thans willen wij de mechanische en optische kant van het ontvangapparaat bespreken.

Algemene bouw van de ontvanger

Het door de zender geleverde signaal werd in fig. 5 van het aangehaalde artikel afgebeeld. In het ontvangapparaat wordt dit signaal, nadat het op een geschikte manier is versterkt, toegevoerd aan een speciaal voor dit doel ontwikkeld lampje, waarvan de lichtsterkte getrouw alle wisselingen van de signaalsterkte volgt. Met het licht van dit lampje wordt door een optisch systeem een „schrijfvlek" verlicht, die synchroon met de aftastvlek van de zender (dwz. in hetzelfde tempo en gelijke fase) aaneensluitende rechte lijnen op een band van lichtgevoelig materiaal doorloopt en daarop dus een met de momentele signaalsterkte overeenkomende zwarting teweeg brengt.

In het zendapparaat worden 180 lijnen per seconde afgetast, en elke lijn, van 22 cm lengte, bevat 1100 beeldelementjes ter grootte van de aftastvlek (0,2 mm diameter). In de ontvanger moeten dus per seconde 180 × 1100 beeldelementjes, elk met zijn individuele zwarting, worden geregistreerd. Voor de belichting van elk oppervlakte-elementje van de lichtgevoelige strook, dat met een beeldelementje van het origineel correspondeert, is dus een tijd van $^1/_{200000}$ seconde beschikbaar. Hoewel de lichtsterkte van het schrijflampje niet zeer groot gemaakt kan worden, omdat dan de eis van de moduleerbaarheid met frequenties tot 100 kper/sec in het gedrang blijkt te komen, en hoewel ook de numerieke apertuur van het afbeeldingsstelsel, evenals bij de zender, beperkt wordt door de eisen aan scherpte-diepte en beeldruimte, is het toch mogelijk gebleken, in de genoemde zeer korte belichtingstijd een voldoende zwarting te verkrijgen, indien als lichtgevoelig materiaal normale positief-film wordt genomen.

Dit materiaal is weliswaar belangrijk duurder dan het voor langzame facsimile-apparaten gebruikte weergavepapier. Het scheidend vermogen van positief-film (55 lijnen/mm) is echter veel hoger dan overeenkomt met het gebruik van een aftast- en schrijfvlek van 0,2 mm. Het ontvangapparaat is daarom zo geconstrueerd dat hier met een 6 maal kleinere schrijfvlek een 6 maal (lineair) verkleinde reproductie van het originele document wordt geschreven. Het filmverbruik is zodoende tot $^1/_{36}$ teruggebracht, zodat de kosten hiervan geen rol meer spelen.

---

*) N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie (v.h. N.S.F.) te Hilversum.

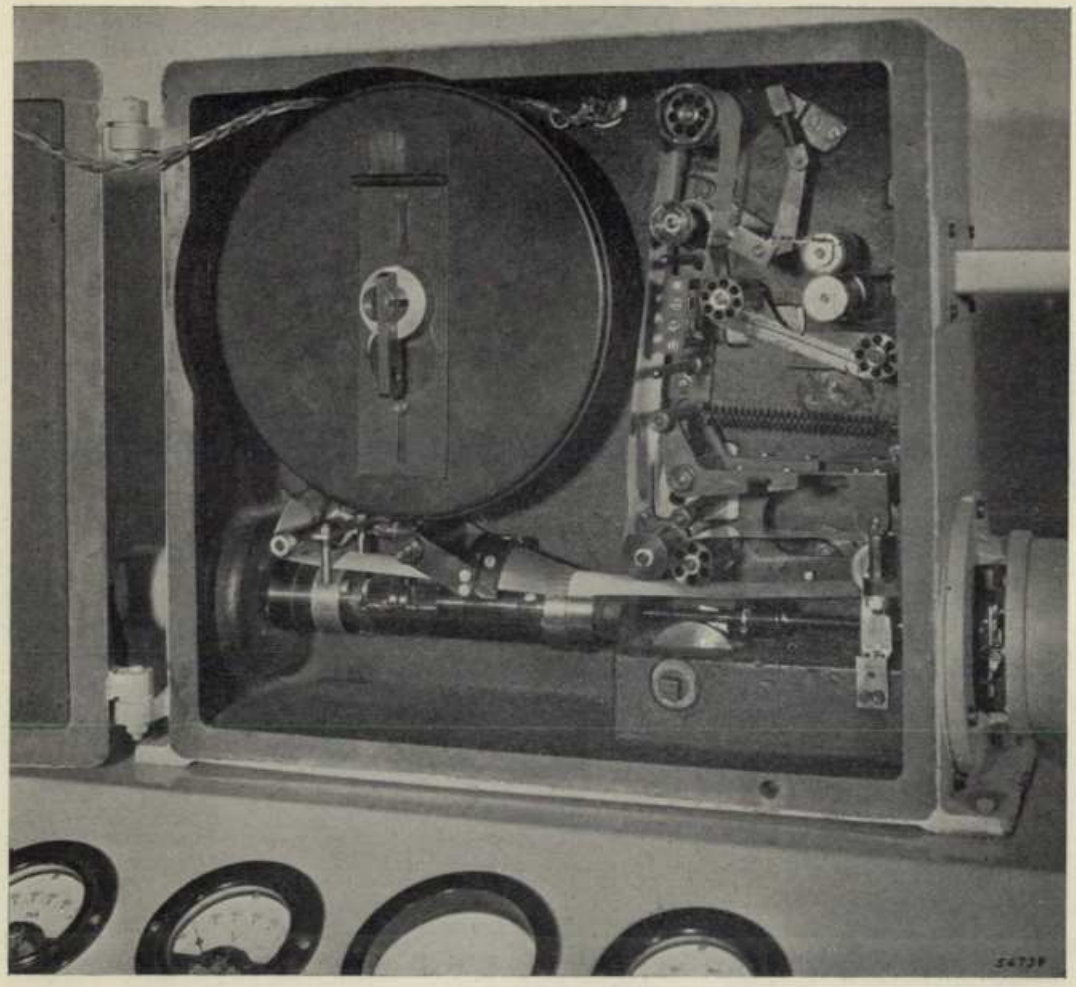
[1]) D. Kleis, F. C. W. Slooff en J. M. Unk, Een experimentele zend- en ontvanginstallatie voor snelle facsimile-overdracht, II. De bouw van het zendapparaat, Philips techn. T. **10**, 257-264, 1948 (No. 9).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

De bouw van de ontvanger is verder analoog aan die van de zender; zie *fig. 1*. Een filmstrook ter breedte van 45 mm wordt continu voortgetrokken en daarbij op één plaats gedrukt tegen een cylindermantel van 6 maal kleinere straal dan die van de aftastcylinder in de zender. Coaxiaal in de cylinder is een rotor opgesteld, die synchroon met de rotor van de zender draait, dus met een toerental van 3600 omw/min. In de rotor zijn drie identieke optische systemen aangebracht, op onderlinge hoekafstanden van 120°. Elk stelsel bevat een diafragma, dat verlicht wordt door het in de as van de rotor geplaatste stilstaande schrijflampje. Van dit diafragma wordt een beeld ter grootte

a)



b)

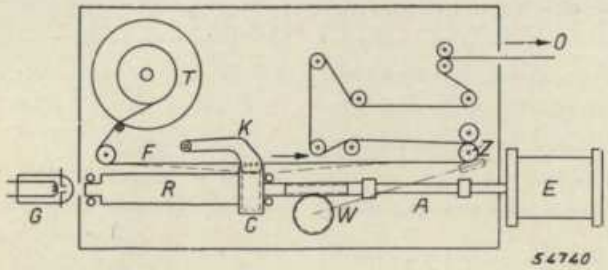


Fig. 1. *a*) Foto van het geopende ontvangapparaat, *b*) schematische doorsnede. De rotor *R* en de stilstaande „schrijf-cylinder" *C* hebben een 6 × kleinere diameter dan de rotor en de aftast-cylinder in de zender. De van de trommel *T* aflopende, 45 mm brede filmstrook *F* wordt door de komveer *K* om de cylinder *C* gebogen. Hier schrijft een door het optisch systeem van de rotor ontworpen schrijfvlekje van 33 μ breedte, dat door het, met het ontvangen signaal gemoduleerde, gasontladingslampje *G* wordt verlicht, parallelle lijnen op de film. De rotor, die aangedreven wordt door de motor *E* via de flexibele as *A*, loopt synchroon met de rotor in de zender. Via de wormoverbrenging *W* is de rol *Z*, die de film voorttrekt, met de rotor gekoppeld. Bij *O* treedt de film in een toestel waar zij automatisch wordt ontwikkeld en gefixeerd.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

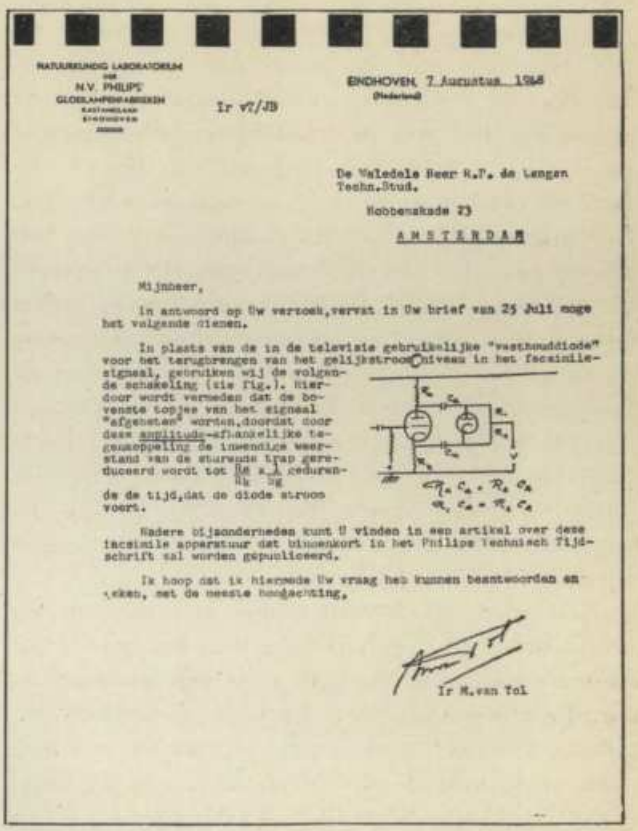
van 33 micron als schrijfvlekje op de film geprojecteerd. Tengevolge van de rotatie schrijven de vlekjes van de drie optieken beurtelings een lijn van 33 μ breedte dwars over het filmoppervlak. De rotor en de aandrijving van de filmband zijn met elkaar gekoppeld, zodanig dat de film met $^1/_6$ van de snelheid van de transportband in de zender voortschuift, dwz. met 33 μ per geschreven lijn (6 mm per seconde). Er kunnen bijv. filmrollen van 120 m lengte worden gebruikt. Hiermee kunnen 2400 documenten van A4-formaat zonder onderbreking worden ontvangen, waarvoor in totaal $5^1/_2$ uur nodig is.

De belichte film wordt continu en automatisch ontwikkeld en gefixeerd in een ontwikkelapparatuur, die op het ontvangapparaat gemonteerd is. Van elk op de film geregistreerd document kan onmiddellijk aansluitend een vergroting op het oorspronkelijke formaat worden gemaakt. Doordat men hierbij elk beeld in zijn geheel kan belichten en dus belichtingstijden van enige seconden kan toepassen, en doordat men hierbij een lichtsterke lamp kan gebruiken, kan het vergroten op normaal lichtdrukpapier geschieden.

Bij het vergroten zijn in principe drie methoden mogelijk: 1) men kan de film en een afrollende strook lichtdrukpapier tezamen continu door het vergrotingsapparaat bewegen; 2) men kan beeld na beeld op afzonderlijke vellen lichtdrukpapier projecteren, waarbij men de continue filmbeweging op een bekende wijze compenseert door middel van een bewegende optiek; 3) als 2), maar de compensatie-optiek wordt overbodig gemaakt door de film niet continu doch in sprongen door de vergrotingsmachine heen te schuiven.

Ten einde bij de laatstgenoemde methode de bewerking geheel automatisch te kunnen maken, is een inrichting nodig die zorgt dat deze sprongen telkens aan het begin van een document worden gemaakt, ook als de documenten in de zender niet geheel regelmatig op elkaar volgen. Hiervoor zijn allerlei oplossingen mogelijk, die men het liefst moet aanpassen bij de speciale toepassing waarvoor het snelle facsimile-systeem dient te worden gebruikt. Voor het geval dat men het systeem voor het overbrengen van briefpost wil gebruiken, hebben wij de volgende eenvoudige methode uitgewerkt. Op de kop van het briefpapier wordt een reeks aequidistante zwarte blokjes gedrukt; zie *fig. 2*. Bij het aftasten hiervan ontstaat een zuiver periodiek signaal met een frequentie van 4 kper/sec, dat ca $^1/_3$ sec duurt. Op dit signaal spreekt in de ontvanger een, met een zekere traagheid behepte, afgestemde kring aan, die via een relais een ponsinrichting in werking stelt. Deze ponst daardoor aan de kop van de registratie van de nu beginnende brief een gaatje in de filmband. (Het ponsen geschiedt op zodanige manier dat de gelijkmatigheid van de filmbeweging ter plaatse van het schrijfvlekje er niet door wordt benadeeld.) Bij het naderen van de afdrukmachine kunnen dan de gaatjes in de film, met behulp van een voelhefboom, het sprongsgewijs werkende transportmechanisme besturen.

Tot zover het overzicht van bouw en werkingswijze van het ontvangapparaat. Er volgt nu een nadere bespreking van enige, wellicht niet oninteressante, details.



NATUURKUNDIG LABORATORIUM DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Ir vT/JB

EINDHOVEN, 7 Augustus 1948

De Waledele Heer H.T. de Langen
Techn.Stud.
Hobbemakade 23
AMSTERDAM

Mijnheer,

In antwoord op Uw verzoek, vervat in Uw brief van 25 Juli zoge het volgende dienen.

In plaats van de in de televisie gebruikelijke "vasthouddiode" voor het terugbrengen van het gelijkstroomniveau in het facsimile-signaal, gebruiken wij de volgende schakeling (zie fig.). Hierdoor wordt vermeden dat de bovenste toppen van het signaal "afgesneden" worden, doordat door deze amplitude-afhankelijke tegenkoppeling de inwendige weerstand van de sturende trap gereduceerd wordt tot $R_i \frac{R_k}{R_g}$ gedurende de tijd, dat de diode stroom voert.

$R_1 C_1 = R_2 C_2$
$R_1 C_1 = R_3 C_3$

Nadere bijzonderheden kunt U vinden in een artikel over deze facsimile apparatuur dat binnenkort in het Philips Technisch Tijdschrift zal worden gepubliceerd.

Ik hoop dat ik hiermede Uw vraag heb kunnen beantwoorden en teken, met de meeste hoogachting,

Ir M. van Tol

Fig. 2. Wil men de facsimile-installatie gebruiken voor het overbrengen van briefpost, dan kan men op de kop van elke brief een serie zwarte blokjes drukken. Het signaal dat bij het aftasten van de blokjes ontstaat, stelt in de ontvanger een ponsinrichting in werking, die op de juiste plaats een gaatje in de filmstrook ponst. Hierdoor kan bij het verder lopen van de film een sprongsgewijs werkend transportmechanisme worden bestuurd, voor het maken van afzonderlijke vergrotingen van elke brief.

Het schrijflampje

Het probleem, een lichtbundel te moduleren met hoge frequenties, doet zich behalve bij de facsimile-overdracht ook op allerlei andere gebieden voor, bijv. in de televisie, bij de lichttelefonie, enz. Men heeft het voor de verschillende bekende toepassingen opgelost, hetzij door een constante lichtbron te nemen met een vóórgeplaatst diafragma waarvan de doorlating langs mechanische of electrische weg kan worden gevarieerd (bijv. een Kerr-cel), hetzij door directe modulatie van de energietoevoer van diverse lichtbronnen, zoals een gloeilamp, gasontladingslamp of kathodestraalbuis. Met een gemoduleerde gloeilamp of gasontladingslamp komt men tot de eenvoudigste apparatuur. Een gloeilamp komt, wegens de warmtetraagheid van het gloeilichaam, voor modulatiefrequenties van 100 kper/sec niet in aanmerking. Met een gasontladingslampje van speciale constructie is het echter gelukt, aan de eis betreffende de moduleerbaarheid ten volle te voldoen.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Alvorens we hier nader op ingaan, willen we enkele andere, in ons geval gestelde eisen vermelden. De helderheid van de ontlading moet zo groot zijn dat met de beschikbare belichtingstijd van 5 μsec op positief-film een zwarting [2]) van 1,5, of liefst nog hoger, kan worden verkregen. De uitgestraalde lichtbundel moet over een voldoend grote openingshoek constant zijn, ten einde de roterende optiek met licht te kunnen vullen zonder te vervallen in zeer grote afstanden tussen lamp en rotor (en grote lengten van de rotor; zie hieronder). De vereiste stroom en spanning mogen om practische redenen niet te hoog zijn. Ten slotte moet de vorm van de karakteristiek van de schrijflamp (verband tussen lichtsterkte enerzijds en stroomsterkte of spanning anderzijds) aan zekere eisen voldoen.

Een goede moduleerbaarheid kan men slechts verwachten bij een ontlading met lage gastemperatuur. Van een ontlading met hoge gastemperatuur, die in het algemeen bij hoge gasdrukken ontstaat en die wel zeer gunstig is voor het bereiken van grote helderheden (denk bijv. aan de hogedruk en super-hoge-druk kwiklampen), is de warmtetraagheid in het algemeen zo groot dat de lichtuitzending geen snelle wisselingen van het toegevoerde vermogen kan volgen. Een ontlading met lage gastemperatuur en toch hoge helderheid verkrijgt men, door de zg. positieve zuil in een tuitje te concentreren en dit tuitje in de lengterichting te laten uitstralen. Dit is het principe van de „Lichtspritze" van Ewest [3]). De anode wordt hierbij in de vorm van een ring vóór het tuitje geplaatst; door gebruik van een gloeikathode houdt men brand- en ontsteekspanning betrekkelijk laag en verkrijgt men een lange levensduur. Bestaande lampjes van dit type bleken moduleerbaar te zijn tot 15 kper/sec en de vereiste filmzwarting te leveren in ca 100 μsec.

Het door ons ontwikkelde schrijflampje is eveneens van dit type. Het wordt gemoduleerd door variatie van de stroom. De maatregelen waardoor de vereiste veel hogere helderheid en betere moduleerbaarheid konden worden verkregen, willen wij in het kort toelichten.

De concentratie van de zuil in een tuit van zeer kleine afmetingen is in eerste instantie niet alleen gunstig voor de helderheid maar ook voor de moduleerbaarheid. Men kan dit begrijpen door de overweging, dat de ontlading weinig traagheid zal bezitten indien een surplus van ionen snel kan verdwijnen, en een tekort snel door vorming van nieuwe ionen kan worden aangevuld. Voor het snel verdwijnen is een korte looptijd naar de electroden, dus een geringe lengte van de ontladingsruimte, gunstig; de recombinatie van ionen, die eveneens tot opheffing van een surplus bijdraagt, wordt door een kleine diameter van de tuit bevorderd, aangezien recombinatie hoofdzakelijk aan de wand plaats heeft en de verhouding van wandoppervlak tot volume omgekeerd evenredig met de diameter is.

Verkleining van de tuitdoorsnede en beperking van de lengte der ontlading zijn dus aangewezen als men de moduleerbaarheid zo hoog mogelijk wil opvoeren. Hierbij dreigt men echter van een zeker punt af in conflict te komen met de eis van een hoge helderheid. Wat betreft de lengte van het tuitje, dat in zijn lengterichting straalt, is het evident dat een verkorting de helderheid sterk benadeelt (de zg. zelfabsorptie is bij de in aanmerking komende gasdrukken nog niet van belang). Bij een gekozen diameter d zal men het tuitje daarom altijd zo lang maken als overeenkomt met de voorgeschreven minimale openingshoek van de lichtbundel (verhouding van diameter tot lengte van de tuit). Maar ook wat betreft de invloed van de diameter, blijken de moduleerbaarheid en de helderheid van een zeker punt af niet meer parallel te gaan. De stroomdichtheid in het tuitje is nl. beperkt door de toelaatbare temperatuur van de wand. Voor een gegeven wandtemperatuur en openingshoek is daardoor, zoals een globale berekening leert, de helderheid $\sim \sqrt{d}$, de vereiste stroom $\sim \sqrt{d^3}$. Opvoeren van de helderheid zal dus, zodra men aan de toelaatbare wandtemperatuur toe is, juist een vergroting van de diameter vereisen. Daarbij gaat dan echter ook de nodige capaciteit van de stroombron, die blijkens het bovenstaande met de derde macht van de helderheid toeneemt, een punt van overweging vormen.

Een belangrijke factor die men bij de ontwikkeling van het schrijflampje nog in handen had, om de moduleerbaarheid zowel als de helderheid te beinvloeden, was de keuze van de gasvulling. Gunstig voor beide bleek bijv. een argon-stikstof-mengsel van enige mm kwikdruk. Op theoretische gronden is de goede moduleerbaarheid hierbij wel te begrijpen: argon- en stikstofdeeltjes zijn betrekkelijk licht en hebben daardoor korte looptijden; bovendien schijnt van belang te zijn dat de stikstofmoleculen door botsingen energie kunnen overnemen van metastabiele aangeslagen argon-atomen, welke door hun lange levensduur een vertraagde, en daarom ongewenste, bijdrage tot de lichtuitzending

[2]) Dit is log I_0/I, als van een op de gezwarte film vallende lichtstroom I_0 het gedeelte I wordt doorgelaten.
[3]) H. Ewest, Z. techn. Phys. **12**, 645, 1931.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

zouden leveren. Ook wat betreft de spectrale verdeling van de uitgezonden straling, is een argon-stikstof-mengsel voor ons doel goed bruikbaar. De straling is overheersend blauw en violet, waarvoor positief-film het meest gevoelig is. Een bekend nadeel echter van deze gasvulling voor ontladingen met hoge stroomdichtheid is, dat de stikstof op den duur uit het gas verdwijnt, vermoedelijk door vorming van een nitride met het metaal van de gloeikathode.

Zeer goede resultaten, met vermijding van het genoemde en andere nadelen, werden verkregen met een ontlading in kwikdamp van zeer lage druk, met een argon-toevoeging om de ontsteekspanning laag te houden. Theoretisch moet de moduleerbaarheid hier slechter zijn dan bij de eerstgenoemde gasvulling, aangezien de zware kwikatomen veel langere looptijden hebben. Inderdaad werd dit door de practijk bevestigd. Toch kon ook hier, bij ruimschoots voldoende helderheid — de spectrale verdeling is bij de kwikontlading zelfs nog gunstiger dan bij argon met stikstof —, de gewenste moduleerbaarheid tot 100 kper/sec worden verwezenlijkt (met argon-stikstof-mengsels kwamen wij tot 300 kper/sec!). Ten dele moet dit worden toegeschreven aan de, het optimale compromis benaderende, dimensionnering; het tuitje is 1 mm wijd en 5 mm lang gemaakt, terwijl kathode en anode zo dicht mogelijk bij het tuitje zijn geplaatst. Voor een ander deel is de goede moduleerbaarheid te danken aan het feit, dat we ook bij de signaalsterkte nul een bepaalde ruststroom door het lampje sturen. Hierdoor is altijd een zekere voorraad ionen aanwezig, en als het signaal van nul af moet toenemen, gaat het vormen van de nodige nieuwe ionen (zie hierboven) met minder vertraging gepaard dan bij geheel gedoofde ontlading het geval zou zijn.

Het verband tussen de lichtsterkte en de stroom door het lampje is geenszins lineair, zoals men bij oppervlakkige beschouwing wellicht zou wensen. In werkelijkheid is dit echter volstrekt geen nadeel, ja het blijkt zelfs van voordeel te zijn, daar de zeer uitgesproken niet-lineariteit van de zwartingskromme van de gebruikte positief-film hierdoor goeddeels kan worden gecompenseerd. Een geschikte keuze van de grootte van de boven vermelde ruststroom door het lampje is daarbij in het bijzonder van belang. De zwarting van de vergrote afdruk, die men van het filmnegatief maakt, kan op deze wijze met goede benadering gelijk worden gemaakt aan de zwarting van het oorspronkelijke document, zoals voor een volkomen getrouwe weergave van halftoonbeelden vereist is. Gebruikt men de facsimile-apparatuur alleen voor het overbrengen van zwart-en-witte beelden, dan behoeft aan de karakteristiek van het schrijflampje geen bijzondere aandacht te worden besteed en is het slechts nodig te zorgen dat de lichtsterkte van het lampje groot genoeg is om op de film in de zwarte partijen nog de vereiste zwarting teweeg te brengen.

Het is een bijkomstig voordeel van de kwikvulling dat hiermee de nodige maximale lichtsterkte reeds bij een stroom van 70 mA wordt verkregen (bij een brandspanning van 30 volt). Dit maakte het mogelijk, voor de voeding van het schrijflampje te volstaan met een enkele eindbuis van het type EL 6 (voor argon-stikstof zijn drie parallel geschakelde eindbuizen van dit type nodig).

De constructie van het schrijflampje is in *fig. 3a* schetsmatig aangeduid, terwijl fig. 3*b* een foto er van geeft. Om te beletten dat de ontlading een andere weg zoekt dan door het nauwe tuitje, is dit in een cirkelvormig molybdenium plaatje vastgefelst, dat in de ballonwand is gesmolten en dat de lamp in twee, buiten het tuitje volledig gescheiden, ruimten voor kathode en anode verdeelt. Tevens vergemakkelijkt dit plaatje, dat ringvormig buiten de ballon uitsteekt en dat nauw-

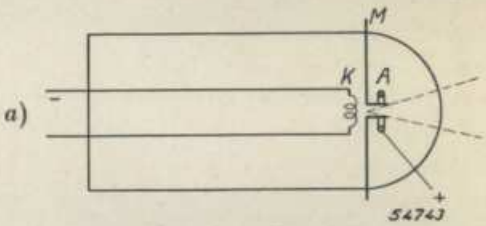


Fig. 3. *a*) Schematische doorsnede, *b*) foto van het schrijflampje. In het nauwe tuitje tussen de gloeikathode *K* en de ringvormige anode *A* ontstaat een geconcentreerde zuilontlading van betrekkelijk grote helderheid. De lichtstroom van het lampje kan, o.a. dank zij een geschikte dimensionnering van het electrodensysteem, modulaties van de stroomsterkte met frequenties tot 100 kper/sec zonder verlies volgen. Het tuitje is in een molybdenium plaatje *M* vastgefelst, dat tevens voor de justering dient.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

keurig op maat kan worden gemaakt, het nauwkeurig centreren van de lichtbron in de as van de rotor van het ontvangapparaat.

Het optische systeem van de ontvanger

In *fig. 4* is een schematische doorsnede van de rotor van het ontvangapparaat weergegeven, om enkele details van het optische systeem toe te lichten. Een drietal spiegeltjes (S_1), geplaatst rondom de rotor-as, sturen drie bundels van het licht van het stilstaande schrijflampje in radiale richtingen, onder hoeken van 120°. Elke bundel wordt door een volgende spiegel (S_2) weer parallel aan de as gericht en door een condensor op een diafragma geconcentreerd. Een microscoopobjectief met numerieke apertuur 0,3 levert een 4 maal

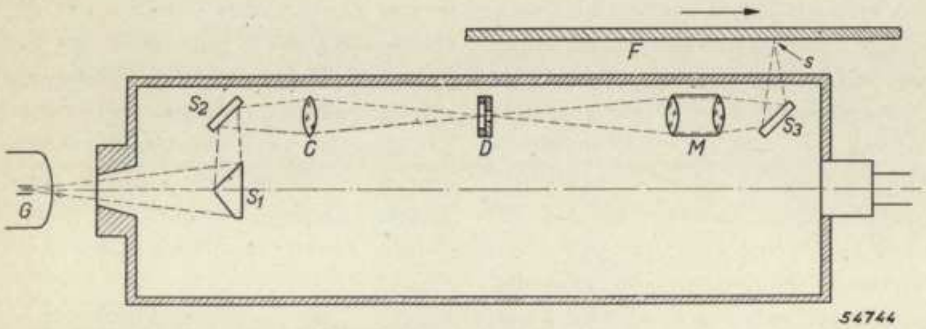


Fig. 4. Schematische doorsnede van één der drie optische systemen in de rotor. *G* stilstaand schrijflampje, S_1 en S_2 spiegels, *C* condensor, *D* diafragma, *M* microscoopobjectief, S_3 spiegel, *s* schrijfvlekje op de filmstrook *F*.

verkleinde afbeelding van het diafragma, die door een laatste spiegel (S_3) op de filmstrook wordt geworpen.

De numerieke apertuur van het objectief, die tezamen met de helderheid van de schrijflamp de lichtstroom op het schrijfvlekje bepaalt, werd niet groter gekozen, om dezelfde redenen als bij de zender: beeldruimte en scherptediepte mogen niet te klein zijn. Om met eenzelfde scherptediepte als bij de zender toe te komen, zijn de absolute toleranties wat betreft excentriciteit van rotor en cylindermantel, trillingen enz., 6 × kleiner dan bij de zender, in verband met de 6× kleinere afmetingen, en feitelijk zelfs nog minder, omdat variaties van de vlekbreedte hier nog eerder storend zijn dan in de zender; variaties van 20% geven reeds een hinderlijke streperigheid van het geschreven beeld. Om deze reden mogen ook de afmetingen van de drie schrijfvlekjes onderling niet meer dan ca 6 micron verschillen en mogen de tangentiële of axiale afwijkingen in de ligging der drie schrijfvlekjes eveneens niet meer dan 6 micron bedragen. Dezelfde tolerantie geldt voor ongelijkmatigheden van het filmtransport en voor axiale verschuivingen van de rotor. De lichtstromen op de drie lichtvlekjes ten slotte mogen onderling niet meer dan 10% verschillen.

Om aan deze eisen te voldoen, was voor de uitvoering van de rotor een mechanische precisie nodig die de grenzen van het practisch realiseerbare naderde [4]). Alle lenzen en spiegels en de drie diafragma's zijn instelbaar gemaakt, ten einde de plaats, grootte en helderheid der drie schrijfvlekjes geheel onafhankelijk van elkaar te kunnen regelen. Axiale bewegingen van de rotor zijn in de vereiste mate beperkt door deze tussen nauwkeurig afgewerkte schouderlagers op te sluiten. Trillingen worden zoveel mogelijk verre van de rotor gehouden, door de koppeling met de aandrijvende motor te bewerkstelligen via een flexibele as. De gelijkmatigheid van de filmbeweging wordt bevorderd door de film tussen schrijfcylinder en trekrol strak gespannen te houden. Een gunstige factor is, dat men de filmstrook gemakkelijk zodanig buigen kan dat zij zeer goed op het oppervlak van de schrijfcylinder aansluit. De film wordt daartoe met een komveer tegen de cylinder gedrukt.

Men kan nu ook inzien, waarom voor de afbeelding der diafragma's op de filmstrook slechts een verkleiningsfactor 4 is gekozen. Een grotere factor zou wel aangenaam zijn om met beter hanteerbare diafragma's te kunnen werken (zij moeten thans slechts 0,13 mm breed zijn!), maar hij zou anderzijds een aanzienlijk langere lichtweg en dus een grotere lengte van de rotor nodig maken, met als gevolg weer grotere moeilijkheden in het lageren hiervan en in het bestrijden van trillingen.

[4]) In de mechanische uitvoering van de rotor en andere delen van de ontvanger, in het bijzonder ook in de constructie van de hierboven vermelde ponsinrichting, heeft de heer H. Grandjean Perrenod-Comtesse van N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie een belangrijk aandeel gehad.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Uit de voorgeschreven verkleiningsfactor voor het diafragma volgt op eenvoudige wijze de minimaal vereiste openingshoek van de lichtbundel van het schrijflampje, die we hierboven herhaaldelijk hebben genoemd. Om het objectief geheel met licht te vullen, moet de hoek β in *fig. 5* minstens gelijk zijn aan de, door de gewenste verkleining en de numerieke apertuur van het objectief gegeven hoek α. Nu is het gewenst het beeld van de lichtbron, dat door de condensor wordt gevormd op het diafragma, een diameter van ongeveer 0,5 mm te geven, ten einde voor de plaats van het diafragma voldoende speling te hebben. De diameter van het lichtgevende tuitje van de schrijflamp is 1 mm; dit tuitje moet dus 2× verkleind door de condensor worden afgebeeld, waaruit volgt dat $\gamma \approx {}^1/_2\beta$, dwz. $\gamma > {}^1/_2\alpha$. Een grotere openingshoek is gunstig, omdat dan ceteris paribus de afstand tussen lichtbron en condensor en die tussen condensor en diafragma (welke mede de rotorlengte bepaalt) kleiner kunnen worden gemaakt.

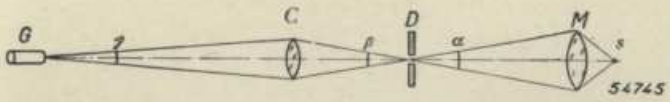


Fig. 5. Gestrekte stralenweg in één der drie optische systemen, van het schrijflampje *G* tot de schrijfvlek *s*, ter afleiding van de voorwaarde voor de openingshoek γ van de lichtbundel die het lampje levert. *C* condensor, *D* diafragma, *M* objectief.

De vorm van de schrijfvlek in de ontvanger en van de aftastvlek in de zender

Om geen streperige beelden te krijgen, moet men de lijnen, die de drie schrijfvlekjes schrijven, niet alleen precies naast elkaar laten aansluiten, doch men moet ook zorgen dat elke lijn, dwars op haar richting gemeten, een constante zwarting krijgt. Hiertoe is het noodzakelijk, de schrijfvlek niet rond te maken, maar rechthoekig. Het meest voor de hand ligt een vierkante vorm; deze is echter niet het gunstigst. Stel nl. dat in de zender een traliefiguur van zwarte en witte lijnen wordt afgetast, en beschouw het ideale geval dat daardoor een signaal in de vorm van een zuivere blokjeskromme („rechthoekige sinus") wordt verkregen, zie *fig. 6a*. Het schrijfvlekje wisselt volgens dezelfde tijdfunctie in helderheid, maar ten gevolge van de eindige lengte van het vlekje in de looprichting wordt de overgang tussen zwart en wit op de film iets uitgesmeerd (fig. 6*b*). Om dit effect te beperken, maken we de genoemde lengte-afmeting van het vlekje wat kleiner dan de breedte, in een verhouding ca 2 : 3. Veel korter kan men het vlekje niet maken, daar de belichtingstijd op elk punt van het filmoppervlak dan te klein wordt.

Om de gezwarte lijnen, waarvan de hartafstand 33 μ bedraagt, goed naast elkaar te laten aansluiten, is het nodig de breedte van het diafragmabeeld iets kleiner dan 33 μ te maken. Door de verstrooiing in de film kan men dan een effectieve vlekbreedte van precies 33 μ verkrijgen.

De diafragma's in de drie optische systemen van de rotor van de ontvanger moet men de beschreven vorm kunnen geven, en bovendien moet men ze voor de justering in hun geheel kunnen verplaatsen. Elk diafragma wordt daarom gevormd door de opening tussen vier in één vlak gelegen plaatjes, die onafhankelijk van elkaar over een kleine afstand in dit vlak kunnen worden verschoven.

Het is wellicht nuttig om zich te realiseren, dat aan de aftastvlek in de zender geheel andere eisen worden gesteld dan aan de schrijfvlek in de ontvanger. De aftastvlek heeft slechts de taak, de meting van de plaatselijke zwartheid van het papier mogelijk te maken, en wel de gemiddelde waarde hiervan over een gebiedje ter grootte van het kleinste weer te geven detail, d.i. een vierkantje van 0,2 mm × 0,2 mm. Daar we er genoegen mee nemen dat binnen dit gebiedje geen details te onderscheiden zijn, mogen we in principe de zaak ook zo beschouwen alsof de zwartheid in zo'n gebiedje overal gelijk is, en het doet er dus niet veel toe als de aftastvlek wat minder dan het volledige gebiedje beslaat. De aftastvlek in de zender mag dus zonder bezwaar rond worden gemaakt, hetgeen aanzienlijk eenvoudiger is te verwezenlijken dan een rechthoekige vorm. Merkwaardig genoeg blijkt bij een nadere beschouwing dat voor de aftastvlek de ronde vorm zelfs gunstiger is dan de vierkante (of rechthoekige). Onderstellen we weer dat een traliefiguur wordt afgetast, met een lijnbreedte gelijk aan het scheidend vermogen van de aftastvlek (d.i. zijn „lengte"-afmeting). Het verkregen signaal zal geen blokjeskromme zijn, zoals

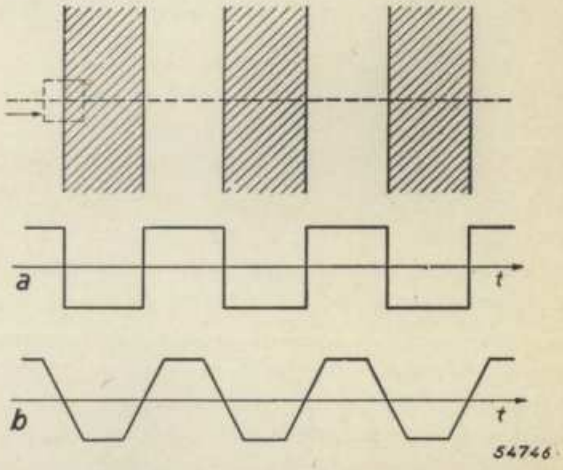


Fig. 6. *a*) Signaal dat de zender (in het ideale geval) zou leveren bij het aftasten van een traliefiguur als aangegeven. *b*) Verloop van de op de film geschreven zwarting bij modulatie van de lichtsterkte van het schrijflampje volgens kromme (*a*). Ten gevolge van de eindige breedte van de schrijfvlek worden de grenzen tussen de zwarte en witte lijnen van de traliefiguur onscherp weergegeven.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

we hierboven nog hebben aangenomen, doch, bij gebruik van een rechthoekige vlek, een driehoekskromme, zie *fig. 7a*. Immers, als het vlekje van een zwarte op een witte lijn schuift, dan neemt het met „wit" gevulde deel van het vlekje lineair

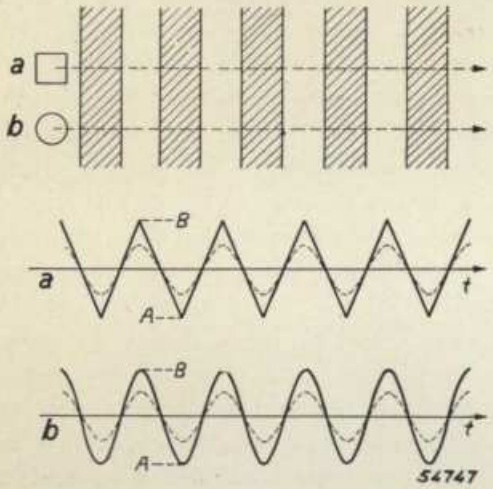


Fig. 7. *a*) Signaal dat de zender levert bij het aftasten van een traliefiguur als aangegeven, met een rechthoekige aftastvlek (lengte van de vlek gelijk aan breedte der tralielijnen). *b*) Hetzelfde voor het geval van een ronde aftastvlek (diameter gelijk aan breedte der tralielijnen).

met de tijd toe, de signaalsterkte stijgt dus lineair van de laagste waarde (A, in het zwart) tot de hoogste (B, in het wit). De grenzen tussen de zwarte en witte lijnen worden dus, ook afgezien van de uitsmerende werking van het schrijfvlekje in de ontvanger, onscherp weergegeven. Neemt men nu een ronde aftastvlek, dan verloopt de opgevangen lichtstroom bij het aftasten van de traliefiguur volgens de gestippelde, sinusachtige kromme in fig. 7. De helling in de steilste gedeelten, die een maat voor de geïntroduceerde onscherpte is, is hierbij in eerste instantie even klein als bij de driehoekskromme. Daar men echter de niveaus voor zwart en wit (A resp. B)steeds op dezelfde hoogte brengt, krijgt de kromme na de versterking de gedaante van fig. 7*b*, en men ziet dat de flanken nu aanzienlijk steiler zijn dan die van de driehoekskromme. Het ronde aftastvlekje geeft dus een scherpere afbeelding.

Deze beschouwing gaat slechts op, zolang men er op uit is, halftoonbeelden goed weer te geven. In het geval van uitsluitend zwart-en-witte beelden past men een andere wijze van versterken toe, waardoor het ronde aftastvlekje, wat de scherpte betreft, geen voordeel meer biedt boven een rechthoekig vlekje. Men snijdt hier nl. het signaal na flinke versterking aan boven- en onderzijde af en gebruikt de, willekeurig gekozen, afsnijniveaus als „wit" resp. „zwart" niveau. Hiermee komen we echter reeds op het terrein van de electrische schakelingen, die in het volgende artikel van deze reeks zullen worden behandeld.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

GLAZEN ZENDBUIZEN MET EEN HOOG RENDEMENT BIJ FREQUENTIES VAN OMSTREEKS 100 Mper/sec

door E. G. DORGELO.

621.385.13:621.316.615

Bij een nieuwe reeks glazen zendbuizen is de platte electrodenvorm verlaten voor de aloude vorm van omwentelingscylinders. Voor deze overgang worden een aantal redenen van electrische, mechanische en thermische aard opgegeven. Behalve de cylindrische opstelling der electroden zijn de belangrijkste kenmerken van de nieuwe buizen: een spiraalvormige kathode van gethorieerd wolfraamdraad, een niet-emitterend rooster, een anode van grafiet met horizontale koelribben (in de vorm van een garenklos), een scherm dat de onderrand van de ballon en de bodem koud (dus electrisch goed isolerend) houdt, en de geheel glazen uitvoering zonder huls. Het scherm is bij de trioden met het rooster verbonden, waardoor de buizen in de zg. roosterbasisschakeling zelfs bij 200 Mper/sec zonder neutrodyniseren kunnen worden gebruikt. In de tetroden ligt het scherm aan het schermrooster; neutrodynisering is daar alleen nodig bij frequenties hoger dan ca 100 Mper/sec. Van de triode TB 2,5/300 en de tetrode QB 2,5/250 (anodedissipatie 135, resp. 125 W) worden een aantal gegevens vermeld. Bij 100 Mper/sec bedraagt het rendement nog 70 tot 65%. Analoge buizen voor grotere vermogens zijn in ontwikkeling.

Vergelijking tussen de cylindrische en de vlakke electrodenopstelling

De alleroudste typen zend- en ontvangbuizen waren gewoonlijk voorzien van een rechte gloeidraad als kathode, die was omgeven door een coaxiaal cylindrisch [1]) rooster en een dito anode.

In een later stadium werd de enkelvoudige draadkathode uitgebreid tot een aantal in een plat vlak opgestelde gloeidraden; dit geheel werd dan omgeven door een plat rooster en een eveneens platte anode. De aanleiding tot deze ontwikkeling was de wens, de steilheid van de karakteristiek (anodestroom als functie van roosterspanning) zo groot mogelijk te maken. Hiervoor was een langere kathode nodig; door de gloeidraad zigzagsgewijs in een plat vlak te monteren en aan beide zijden een roostervlak aan te brengen, werd een constructie verkregen die mechanisch stevig is en waarbij de invloed van de roosterspanning op de anodestroom groot is.

Gedurende de laatste jaren is echter meer en meer de neiging waar te nemen, terug te keren tot de aloude cylindrische opstelling, zij het dan in gemoderniseerde vorm. Dat hierbij de steilheid niet in het gedrang is gekomen, is voornamelijk te danken aan de verbeterde montage-techniek, die het mogelijk heeft gemaakt, de afstand tussen rooster en kathode aanzienlijk te verkleinen.

Wij zullen de redenen tot de genoemde koerswijziging in het kort analyseren. Ter wille van de overzichtelijkheid verdelen wij ze in redenen van electrische, van mechanische en van thermische aard.

[1]) Met „cylindrisch" bedoelen wij in dit artikel: in de vorm van een omwentelingscylinder.

Redenen van electrische aard om een cylindrische opstelling te verkiezen

a) Vergelijken wij het potentiaalverloop (in de richting van de kathode naar de anode) in een buis met cylindrische coaxiale electroden met dat in een buis met een vlakke opstelling, bij even groot potentiaalverschil en even grote afstand tussen de electroden. In het cylindrische systeem stijgt de potentiaal aanvankelijk sneller dan in het vlakke systeem. Hieruit volgt, dat de looptijd der electronen in het eerste geval kleiner is dan in het tweede; immers de electronen bereiken daar reeds eerder snelheden nabij de eindsnelheid (die alleen door het potentiaalverschil tussen anode en kathode is bepaald). Hierdoor is de cylindrische opstelling in het voordeel, aangezien de looptijd, als hij vergelijkbaar met de trillingstijd wordt, het rendement ongunstig beïnvloedt.

b) In een cylindrische opstelling is de stroomdichtheid het grootst vlak bij de kathode; verder naar buiten neemt zij af. Dank zij dit laatste treedt een ongewenst effect (daling van de ruimtepotentiaal) in mindere mate op. Het volgende moge dit toelichten.

Bij zendbuizen die geschikt moeten zijn voor hoge frequenties, is een zo gering mogelijke capaciteit tussen rooster en kathode gewenst. Ook dient, zoals zoëven werd opgemerkt, de looptijd der electronen in dit gedeelte der ontladingsruimte kort te zijn. Dit leidt tot constructies met een kleine kathode- en roosteroppervlakte en een korte afstand tussen deze beide electroden. Als onvermijdelijk gevolg hiervan zal in de genoemde ruimte de stroomdichtheid een grote waarde aannemen. Werkt men met platte electroden, waarbij de electronenbanen on-

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

derling evenwijdig lopen, dan zal ook in de ruimte tussen rooster en anode de stroomdichtheid hoog zijn. Zij kan daar plaatselijk een daling van de ruimtepotentiaal teweegbrengen(daalt deze tot nul, dan spreekt men van een „virtuele kathode"),

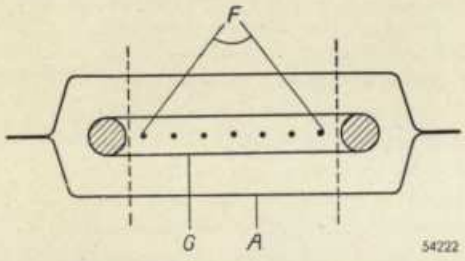


Fig. 1. Doorsnede van een triodesysteem met platte electroden. F = gloeidraad, G = rooster, A = anode. Alleen het gedeelte der electroden tussen de stippellijnen is nuttig werkzaam; de daarbuiten gelegen gedeelten dragen bij tot de parasitaire capaciteiten.

waardoor de electronen gedeeltelijk worden gereflecteerd. Als gevolg hiervan stijgt de roosterstroom, ten koste van de anodestroom. Dit ongewenste verschijnsel treedt in mindere mate op in een buis met cylindrische electroden, waarin de electronenbanen divergeren, zodat de stroomdichtheid in de rooster-anode-ruimte kleiner is dan die tussen kathode en rooster.

c) Bij een vlakke opstelling, zoals in *fig. 1* in doorsnede is voorgesteld, ligt het nuttig werkzame gedeelte der electroden tussen de vlakken die door stippellijnen zijn aangeduid. De daarbuiten gelegen gedeelten zijn schadelijk, wegens hun vrij grote bijdrage tot de capaciteiten tussen de electroden en wegens de lange looptijd der electronen die in de gebieden buiten de aangegeven vlakken zijn doorgedrongen. Bij cylindrische electroden ontbreken deze schadelijke gedeelten.

Redenen van mechanische aard

Een tweede groep van voordelen der cylindrische opstelling is in hoofdzaak van mechanische aard.

d) In zendbuizen met een direct verhitte kathode bestaat deze laatste veelal uit een draad van wolfraam waaraan enkele % thoriumoxyde zijn toegevoegd [2]). Om een hoge specifieke emissie te verkrijgen, gloeit men deze draad gedurende het fabricageproces enige tijd in een koolstofhoudend gas. Hierbij ontstaat een oppervlaktelaag van wolfraamcarbiden [3]).

Het is een bekend feit dat deze gecarboniseerde gloeidraden niet sterk zijn, hetgeen kan worden toegeschreven aan de brosheid van de carbidelaag, waarin gemakkelijk scheurtjes optreden, die een volkomen breuk inleiden. Het gevaar van draadbreuk kan men echter aanzienlijk verminderen door gespiraliseerde draad te gebruiken; immers, een spiraal kan gemakkelijk zowel kleine lengteveranderingen als zijdelingse uitwijkingen ondergaan.

Hoewel het in principe mogelijk is, een aantal spiralen naast elkaar, dus in een vlakke opstelling te monteren, ligt het toch meer voor de hand, een cylindrische configuratie te kiezen. Gebruikelijk is daarbij het aanbrengen van twee (of meer) spiralen die op hetzelfde cylinderoppervlak liggen (zie *fig. 2*); het boveneinde der spiralen is aan een axiaal geplaatste stevige steunpool bevestigd. Tegen schokken is zulk een opstelling zeer goed bestand.

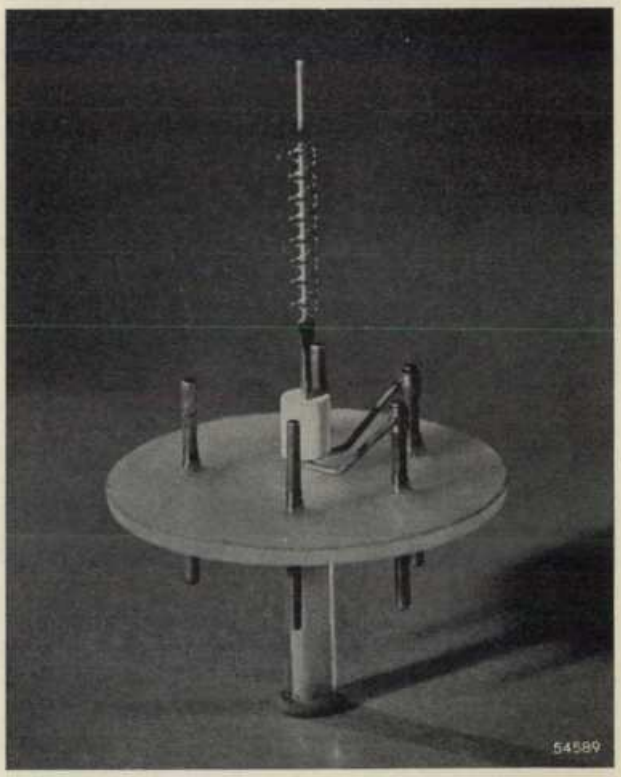


Fig. 2. Kathode, bestaande uit twee coaxiale spiralen van gethorieerd wolfraamdraad.

De veren die worden gebruikt om rechte gloeidraden strak te houden, zijn hier niet nodig. Daarmee vervallen de extra-capaciteit die deze veren meebrengen, evenals de vaak gecompliceerde platen van isolatiemateriaal, die nodig zijn om de veren te steunen en onderling te isoleren. Met deze platen vervallen ook de diëlectrische verliezen die er in zouden optreden.

[2]) Zie bijv. S. Dushman, Electron emission, El. Eng. **53**, 1054-1062, 1934.

[3]) C. W. Horsting, Carbide structures in carburized thoriated-tungsten filaments, J. Appl. Phys. **18**, 95-102, 1947 (No. 1).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

e) Een anode in de vorm van een omwentelingslichaam is eenvoudig te fabriceren. Is het materiaal grafiet, zoals het geval is bij de straks te beschrijven buizen, dan kan de gehele anode, inclusief de eventuele koelribben, uit een massief stuk materiaal worden gedraaid. De ronde vorm blijft bij verwarming gehandhaafd. Kleine afwijkingen in diameter of een geringe excentriciteit hebben slechts weinig invloed op de buiscapaciteiten en de karakteristieken.

h) Bij vlakke roosters is een der grootste moeilijkheden de ongelijke uitzetting der roosterwindingen. Het grootst is de uitzetting bij de middelste windingen, die het heetst zijn. Deze windingen hebben de neiging krom te gaan staan. Geschiedt dit naar de binnenzijde, dan bestaat het gevaar dat de windingen de gloeidraad raken. Bij cylindrische roosters is de vervorming veel geringer en dezelfde waarden voor de inwendige capaciteiten.

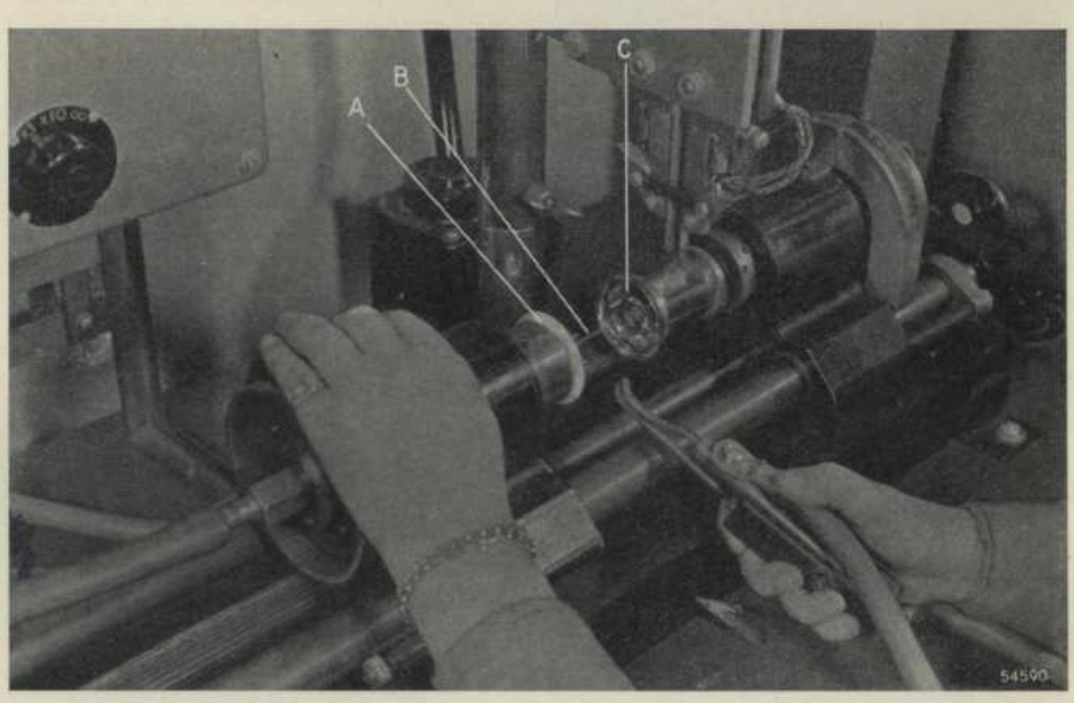


Fig. 3. Machine voor het monteren van cylindrische triode-systemen. *A* = bodem van poederglas met doorvoerpennen en gloeidraad *B* (vgl. fig. 2), *C* = schermplaat met daaraan verbonden rooster. Door de kop, waartegen de glazen bodem *A* door vacuum wordt vastgehouden, naar rechts te bewegen, brengt de monteuse de gloeidraad zuiver gecentreerd in het rooster, dat zij vervolgens met de op de foto zichtbare puntlastang vastlast. Geheel links: knop waarmee de lastijd kan worden ingesteld.

f) Het feit dat de electroden coaxiale cylinders vormen, maakt een eenvoudige montage met een nauwkeurige centrering mogelijk. Roterende montage- en insmeltwerktuigen veroorloven een verregaande mechanisatie van het fabricageproces (*fig. 3*).

Redenen van thermische aard

Voor de cylindrische opstelling pleiten ten slotte ook nog enige voordelen van thermische aard (niet geheel te scheiden van de mechanische):

g) De spiralen waar de kathode uit bestaat, kunnen vrij uitzetten, ook al zijn de einden gefixeerd. Bovendien geschiedt dit, bij een gegeven exemplaar, op een behoorlijk reproduceerbare wijze.

Dit laatste geldt eveneens voor het rooster en de anode. Bij gegeven temperaturen der electroden vindt men dan ook steeds met goede benadering bovendien steeds naar buiten gericht, zodat er geen gevaar bestaat dat het rooster contact maakt met de gloeidraad.

De cylindrische opstelling leent zich ook goed tot het toepassen van een „kooirooster" (*fig. 4*), d.i. een rooster dat bestaat uit een groot aantal staafjes die volgens beschrijvende lijnen van een cylinderoppervlak zijn aangebracht en waarbij geheel of grotendeels is afgezien van draadwindingen. Zulke roosters zijn zeer stevig en zelfdragend, en hebben een groot geleidingsvermogen voor warmte en voor hoogfrequente stroom. Zij vinden toepassing in de aanstonds te bespreken reeks zendbuizen (behalve in de kleinste typen).

i) De electronenstroom naar een anode in de vorm van een omwentelingslichaam is gelijkmatig over de cirkelvormige omtrek verdeeld. Hetzelfde

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

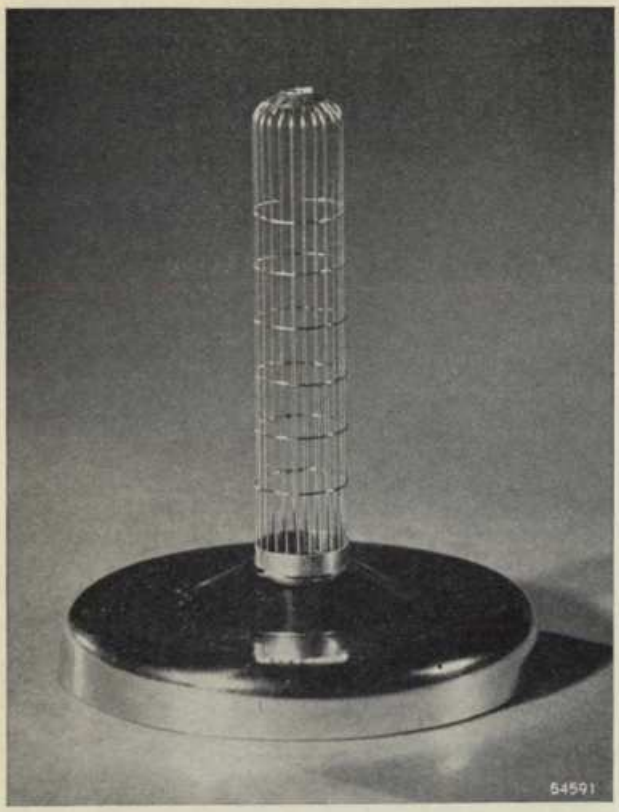


Fig. 4. Kooivormig rooster, aan de onderzijde voorzien van een scherm, dat de kathode electrisch, en een gedeelte van de glazen wand thermisch van de anode afschermt.

zal dus het geval zijn met de temperatuur, zowel langs de anode- als langs de ballon-omtrek, hetgeen in alle opzichten de gunstigste toestand is.

De warmte-uitstraling van de anode kan worden bevorderd door koelribben aan te brengen, hetzij in verticale, hetzij in horizontale vlakken. Het laatste is te verkiezen, daar de anode met de koelribben dan een omwentelingslichaam kan zijn (*fig. 5*). Van de grootte der horizontale koelribben hangt in sterke mate af, hoe de temperatuur is verdeeld langs de doorsnede van de ballon volgens een vlak door de as. Wij komen hierop nog terug.

De vorm der anode met horizontale ribben doet aan een garenklos denken; vandaar dat de buizen die met zulk een anode zijn voorzien, wel met de naam „garenklosbuizen" worden aangeduid.

Een nieuwe reeks zendbuizen met cylindrische opstelling

De bovenstaande overwegingen hebben geleid tot de constructie van een reeks nieuwe zendbuizen, waarvan er twee, de triode TB 2,5/300 en de tetrode QB 2,5/250, reeds worden gefabriceerd en andere in ontwikkeling zijn.

Alvorens de electrische eigenschappen van deze buizen te bespreken, willen wij nog ingaan op enige bijzonderheden betreffende de electroden en het omhulsel.

De electroden

Als kathode wordt in de nieuwe zendbuizen de genoemde gethorieerde wolfraamdraad in spiraalvorm gebruikt, die ter verhoging van de emissie aan een carbonisatieproces wordt onderworpen.

Aan een algemene toepassing van zulke kathoden hebben lange tijd twee bezwaren in de weg gestaan. In de eerste plaats zal uit de kathode verdampt thorium dat op het rooster neerslaat, licht aanleiding geven tot electronenemissie door het rooster, en in de tweede plaats was als materiaal voor rooster en anode met een voldoend lage gasafgifte (de emissie van een gethorieerde kathode wordt namelijk reeds door sporen zuurstof bedorven) slechts het kostbare tantalium bekend.

De eerstgenoemde moeilijkheid is bij de nieuwe serie buizen ondervangen door het rooster te bedekken met een stof die thorium absorbeert; het

Fig. 5. Cylindrische anode van grafiet, met koelribben, in de vorm van een garenklos. De vier molybdenium staven waaraan de anode is bevestigd, hebben een slechte warmte-, doch een goede electrische geleiding.

eenmaal naar binnen gediffundeerde thorium is onschadelijk. Bovendien loopt de temperatuur van het rooster, als gevolg van de reeds vermelde goede straling der van koelribben voorziene anode, bij deze buizen niet hoog op, zodat er ook weinig kans is op

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

het optreden van electronenemissie door het rooster.

Wat het tweede punt betreft, de ontdekking van de gasbindende eigenschappen van zirconium [4]) heeft het mogelijk gemaakt, de gethorieerde wolfraamkathode op ruimere schaal toe te passen in combinatie met een anode van een minder kostbaar materiaal, zoals molybdenium, nikkel of grafiet.

Dit laatste materiaal leent zich bijzonder goed voor de vervaardiging uit één stuk van anoden met koelribben (fig. 5), zoals boven reeds werd opgemerkt. De gasafgifte van de anode en ook van de andere electroden na het pompen is onmerkbaar gering, als het zirconium in de vorm van een laagje op de anode is aangebracht, hetgeen dan ook in de te beschrijven buizen wordt toegepast. De grote warmtecapaciteit van zulke anoden vormt een beveiliging tegen kortstondige sterke overbelastingen. Ook tegen overbelasting van langere duur blijken zij goed bestand te zijn: een buis, bestemd voor een dissipatie van 135 W, waarbij de anode een eindtemperatuur van 800 °C bereikt, werd gedurende een half uur met 900 W belast, zonder dat de buis schade leed.

De anode is bevestigd aan vier tamelijk dunne staven van molybdenium. Dit is gunstiger dan het gebruik van één dikke staaf, die, voor dezelfde weerstand bij hoge frequentie, een middellijn zou moeten hebben die vier maal zo groot is als die van de dunne staven; door het huid-effect namelijk is het electrische geleidingsvermogen evenredig met de omtrek en niet met de doorsnede. De warmtegeleiding in de dikke staaf zou echter viermaal zo groot zijn als in de vier dunne staven tezamen; de anodedoorvoer zou dan te heet kunnen worden. Dank zij de onderverdeling (en een voldoende lengte) der staven blijft de anodedoorvoer betrekkelijk koud.

Bij toenemende frequentie en constante ingangsspanning stijgen de verliezen in de buis. Pas bij frequenties hoger dan 100 Mper/sec is, bij de maximale waarde van de ingangsspanning, kunstmatige koeling met lucht nodig (bijv. door middel van een kleine ventilator, die tegelijk ook andere onderdelen van de zender kan koelen).

Omhulsel, doorvoer- en contactpennen

De nieuwe serie zendbuizen is in „geheel glazen" uitvoering ontworpen. De ballon, aan de top waarvan zich de anode-doorvoer bevindt, wordt van onderen afgesloten door een platte bodem van poederglas [5]). Hierin bevinden zich vijf doorvoeren van molybdenium, die er in één bewerking in worden vastgesmolten (*fig. 6*).

Van deze vijf doorvoeren dienen er twee voor de gloeidraad. Bij de trioden zijn de drie andere met het stuurrooster verbonden; bij de tetroden is dit met één het geval en is op de beide andere het schermrooster aangesloten. Het is de bedoeling dat bij gebruik op zeer hoge frequenties de drie stuurroosterdoorvoeren resp. de twee schermroosterdoorvoeren worden parallelgeschakeld, ter vermindering van de zelfinductie en van de weerstand (en dus van de verliezen die de grotendeels capacitieve roosterstroom veroorzaakt).

Fig. 6. Machine waarop de doorvoerpennen worden vastgesmolten in een bodem van poederglas. De verhitting geschiedt door hoogfrequente inductie in een mal van grafiet.

Hulzen worden bij de nieuwe buizen in het geheel niet gebruikt, dwz. de doorvoeren, die van molybdenium zijn, moeten tevens als contactpennen dienst doen. Dit is pas mogelijk geworden nadat een insmeltprocédé was gevonden waarbij het molybdenium ductiel blijft, zodat de pennen in het gebruik niet licht zullen afbreken.

Daar de doorvoeren dunner zijn dan de voor soortgelijke buizen gebruikelijke pennen, zijn er busjes op gesoldeerd die uitwendig de vereiste maat hebben. Ook de stand der pennen (*fig. 7*) is zodanig dat de buis past in een courante houder.

[4]) J. H. de Boer en J. D. Fast, Rec. Trav. chim. Pays-Bas **55**, 459-467, 1936; J. D. Fast, Metalen als gasbinders, Philips techn. T. **5**, 225-230, 1940.

[5]) E. G. Dorgelo, Poederglas, Philips technisch T. **8**, 2-7, 1946.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Bijzondere aandacht is besteed aan de temperatuurverdeling over de ballon. Door een juiste vormgeving van de meergenoemde horizontale koelribben op de anode is bereikt dat een belangrijk gedeelte der warmtestraling wordt uitgezonden in de

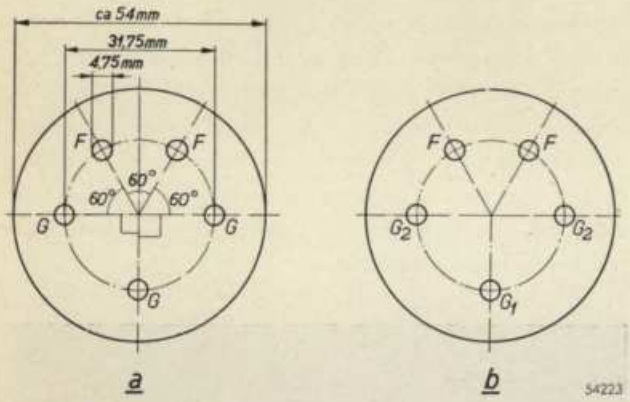


Fig. 7. Stand van de contactpennen, *a*) van de triode TB 2,5/300, *b*) van de tetrode QB 2,5/250. F = gloeidraad, G = rooster (met scherm), G_1 = stuurrooster, G_2 = schermrooster (met scherm).

asrichting. Deze straling veroorzaakt extra-verwarming van het glas rondom de anodedoorvoer, en wel zó dat er slechts een gering temperatuurverschil tussen deze doorvoer en het glas ontstaat (*fig. 8*, kromme *a*). De warmtecapaciteiten zijn zodanig dat dit niet alleen in de stationnaire toestand het geval is, maar ook tijdens het warm worden en afkoelen.

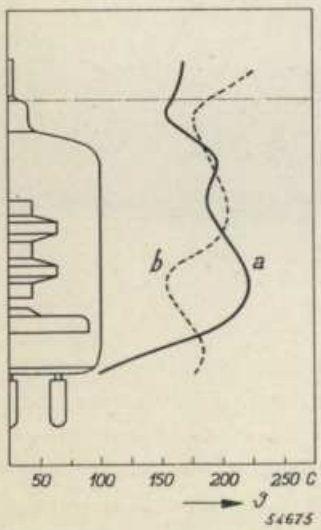


Fig. 8. Horizontaal is de temperatuur ϑ uitgezet die optreedt aan de anodedoorvoer (boven de punt-streep-lijn), resp. langs de ballonwand (onder de punt-streep-lijn). De getrokken kromme (*a*) geldt voor de buis TB 2,5/300, die links in doorsnede is aangegeven. De gestippelde kromme (*b*) is opgenomen aan een even grote buis, die echter geen koelribben op de anode bezit en wel is voorzien van een huls. Beide buizen waren statisch belast met 125 W anodedissipatie. Bij de buis TB 2,5/300 treedt slechts een gering temperatuurverschil tussen de anodedoorvoer en het omringende glas op en bevindt zich onder aan de ballon een koude zône, die een hoge isolatieweerstand verzekert.

Veel groter is dit temperatuurverschil bij een soortgelijke buis (fig. 8, kromme *b*), waarin de koelribben ontbreken.

In een vorig artikel in dit tijdschrift [6]) hebben wij gesproken over het electrische geleidingsvermogen van glas, dat voor bepaalde soorten bij hoge temperatuur bedenkelijk groot wordt; om die reden waren speciale soorten met laag geleidingsvermogen uitgewerkt. Bij de buizen waarover wij nu spreken, is het echter niet nodig van bijzonder glas gebruik te maken; voldoende isolatie is namelijk gewaarborgd door de lange glasweg tussen de anode- en de andere doorvoeren, in welke glasweg bovendien een koele zône voorkomt (fig. 8, kromme *a*). Deze is te danken aan de aanwezigheid van een metalen scherm in de buis (fig. 4 en *fig. 9*), dat de onderste rand van de ballon en de bodem beschermt tegen warmtestraling.

Dit scherm heeft ook een electrische functie; op dit onderwerp komen wij nog terug.

De koude zône zou niet zijn verkregen, als de buis was voorzien van een huls, die de warmte-afgifte door de ballon belemmert. Dit blijkt uit de kromme *b* in fig. 8, die de temperatuurverdeling langs de ballon van een buis met een huls weergeeft. De temperatuur in de omgeving der onderste doorvoeren is hier zo hoog dat door de huls lucht moet worden geblazen. Hiervoor is een vrij gecompliceerde buishouder nodig.

Electrische gegevens van de buizen TB 2,5/300 en QB 2,5/250

De triode TB 2,5/300 is geconstrueerd voor een anodedissipatie van 135 W, de tetrode QB 2,5/250 voor 125 W. Beide zijn geheel ontworpen naar de boven ontwikkelde gezichtspunten. De karakteristieken vindt men in *fig. 10* en *11*; de gloeidraad in beide typen is voor 6,3 V, 5,4 A.

Het reeds genoemde scherm is bij de triode verbonden met het rooster, waardoor de capaciteit C_{ak} tussen anode en kathode zeer gering is. Dit opent de mogelijkheid de zg. roosterbasisschakeling toe te passen, waarbij het rooster is geaard. Gewoonlijk gebruikt men deze schakeling met twee buizen in balans (*fig. 12*); de ingangskring is dan tussen de beide kathoden, de uitgangskring tussen de beide anoden aangesloten. Neutrodyniseren is hierbij onnodig, zelfs bij de hoogste frequentie waarbij de buis nog met een redelijk rendement werkt (200 Mper/sec); de koppeling namelijk die de capaciteit C_{ak} tussen de ingangs- en de uitgangskring bewerkt, is toch al zeer gering en wordt bovendien in dit frequentiegebied nagenoeg gecompenseerd

[6]) E. G. Dorgelo, Enige technologische problemen bij de ontwikkeling van een nieuwe serie zendbuizen, Philips techn. T. **6**, 257-262, 1941.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

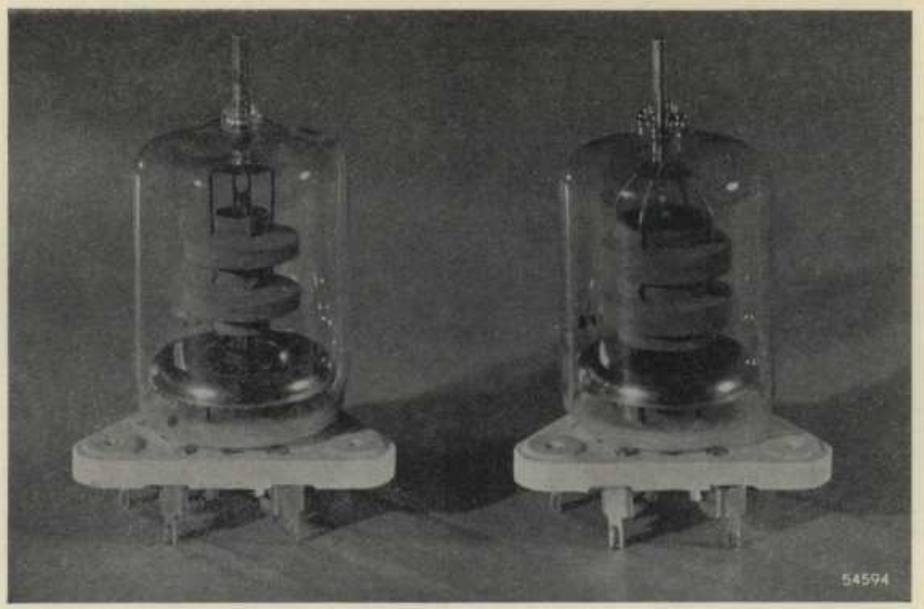


Fig. 9. Links de triode TB 2,5/300 (anodedissipatie 135 W), rechts de tetrode QB 2,5/250 (anodedissipatie 125 W). Lengte der buizen (incl. pennen) ca 123 mm.

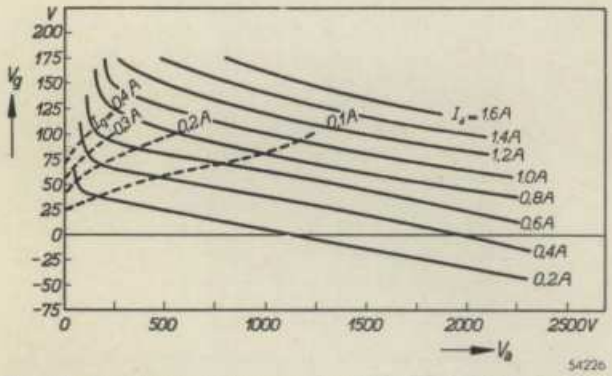


Fig. 10. Karakteristieken van de triode TB 2,5/300. In plaat van de karakteristieken: anodestroom I_a als functie van de roosterspanning V_g bij constante V_a, of $I_a = f(V_a)$ bij constante V_g, zijn hier de meer en meer gebruikelijk wordende karakteristieken $V_g = f(V_a)$ bij constante I_a gegeven (getrokken lijnen). Bovendien zijn gestippeld aangeduid de krommen $V_g = f(V_a)$ voor constante roosterstroom I_g.

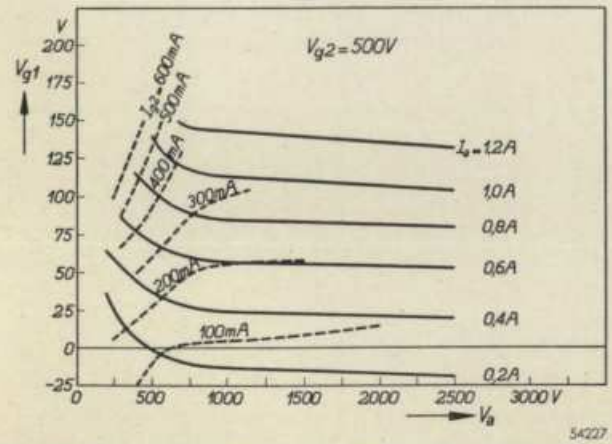


Fig. 11. Karakteristieken van de tetrode QB 2,5/250, bij een schermroosterspanning V_{g2} = 500 V. Getrokken: stuurroosterspanning $V_1 = f(V_a)$ voor constante I_a; gestippeld: $V_{g1} = f(V_a)$ voor constante schermroosterstroom I_{g2}.

door de zelfinductie van de drie parallelgeschakelde doorvoeren van het rooster en het scherm.

Bij de tetrode is het scherm verbonden met het schermrooster, zodat hier de capaciteit C_{ag1} tussen anode en stuurrooster gering is. Neutrodyniseren is overbodig bij frequenties lager dan ca 100 Mper/sec. Het is hier niet de plaats nader in te gaan op de vraag hoe bij hogere frequenties koppeling tussen de kringen kan worden voorkomen. Vermeld zij slechts dat dit op eenvoudige wijze kan geschieden door de schermroosters van de twee in balans geschakelde buizen over een variabele condensator met elkaar te verbinden.

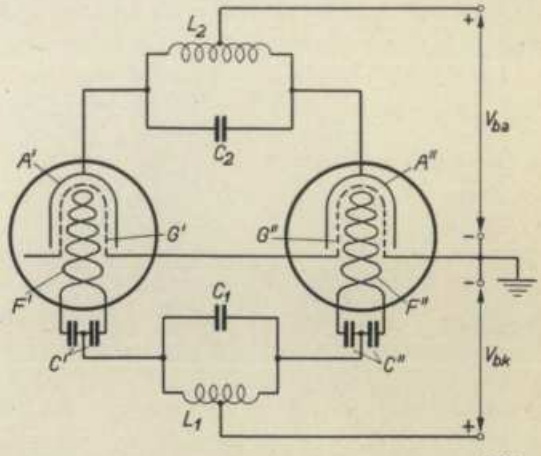


Fig. 12. Schema met twee trioden in roosterbasis-balansschakeling. G', G'' = geaarde roosters (en schermen). L_1-C_1 = ingangskring, waarvan de einden zijn verbonden met de gloeidraden F', F''. A', A'' = anoden, waartussen de uitgangskring L_2-C_2 is geschakeld. C', C'' = condensatoren voor hoogfrequente overbrugging van de gloeidraden. V_{ba}, V_{bk} = voedingsgelijkspanning in de kring tussen anode, resp. kathode, en rooster.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Beide buizen zijn bestemd voor een grote verscheidenheid van toepassingen: omroep- en communicatiezenders, oscillatoren voor industriële en medische toepassingen (hoogfrequente verwarming, diathermie). Het rendement bereikt bij de frequentie van 100 Mper/sec nog waarden van 65 tot 70% (*fig. 13*), zodat de buizen bij uitstek geschikt zijn voor

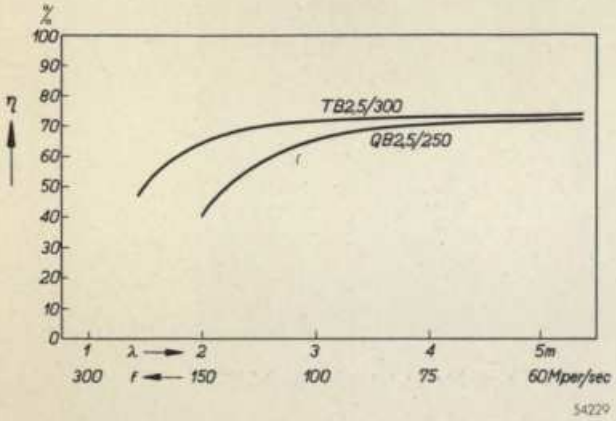


Fig. 13. Rendement η (gedefinieerd als in tabel III aangegeven) als functie van de golflengte λ (resp. de frequentie f) voor de buizen TB 2,5/300 en QB 2,5/250. Bij 100 Mper/sec bedraagt η nog 72 resp. 65%.

zenders met enkele meters golflengte, zoals zenders met frequentiemodulatie en televisiezenders. De hoge waarde van het rendement bij deze frequenties is te danken aan de korte looptijd, aan de lage serieweerstand van kathode-, rooster- en anodedoorvoer, aan de geringe inwendige capaciteiten (waardoor de stroom in de roosterdoorvoering klein is) en aan de uiterst kleine hoeveelheid materiaal waarin diëlectrische verliezen optreden.

Ook echter bij minder hoge frequenties kunnen de nieuwe buizen goede diensten bewijzen, bijv. in een modulator of in een laagfrequentversterker.

Voor de lezer die zich voor verdere details interesseert, geven wij in de *tabellen I* en *II* waarden van frequentie, spanningen, stromen, vermogens en rendement voor enige karakteristieke instellingen van de buis TB 2,5/300, resp. QB 2,5/250; voor de symbolen zij verwezen naar *tabel III*.

Zendbuizen voor grotere vermogens

De hierboven behandelde constructieprincipes zijn ook toegepast in grotere zendbuizen, die op het ogenblik in een vergevorderd stadium van ontwikkeling verkeren.

Tabel III. Verklaring van de in tabel I en II gebruikte symbolen.

V_{ba}	=	gelijkspanning van de anode,
V_{bg1}	=	gelijkspanning van het stuurrooster,
V_{bk}	=	gelijkspanning van de kathode,
V_{bg2}	=	gelijkspanning van het schermrooster,
$V_{g1\,max}$	=	topwaarde van de wisselspanning op het stuurrooster,
I_a	=	anode-gelijkstroom,
I_{g1}	=	stuurrooster-gelijkstroom,
I_{g2}	=	schermrooster-gelijkstroom,
W_{g1}	=	aan het stuurrooster afgegeven hoogfrequent-vermogen,
W_{ba}	=	door de energiebron in de anodekring afgegeven vermogen,
W_a	=	anode-dissipatie,
W_0	=	afgegeven hoogfrequent-vermogen,
η	=	rendement, gedefinieerd als W_0/W_{ba} (waarbij dus het aan de gloeidraad, het stuurrooster en eventueel het schermrooster afgegeven vermogen buiten beschouwing blijft).

Tabel I. Gegevens voor enige telegrafie-instellingen in klasse C van de triode TB 2,5/300, als versterker en als oscillator. De spanningen zijn gemeten ten opzichte van aarde. Met kathodebasisschakeling zijn schakelingen met geaarde kathode bedoeld. Indien twee buizen worden gebruikt, gelden de opgegeven waarden van stromen en vermogens per buis.

Gebruik	Freq. (Mper/sec)	V_{ba} (V)	V_{bg1} (V)	V_{bk} (V)	$V_{g1\,max}$ (V)	I_a (mA)	I_{g1} (mA)	W_{g1} (W)	W_{ba} (W)	W_a (W)	W_0 (W)	η (%)
Als versterker:												
kathodebasis	60	2500	—200	0	350	200	40	14	500	135	365	73
kathodebasis	60	1500	—120	0	270	200	40	11	300	100	200	67
roosterbasis (fig. 12) . . .	100	2000	0	150	—	200	40	50	400	130	280	70
Als oscillator	150	1700	—130	0	—	200	40	—	340	135	205	60

Tabel II. Hetzelfde als tabel I voor de tetrode QB 2,5/250, gebruikt als versterker.

Schakeling	Freq. (Mper/sec)	V_{ba} (V)	V_{bg1} (V)	V_{bg2} (V)	$V_{g1\,max}$ (V)	I_a (mA)	I_{g1} (mA)	I_{g2} (mA)	W_{g1} (W)	W_{ba} (W)	W_a (W)	W_0 (W)	η (%)
kathodebasis	20	3000	—170	400	300	150	15	50	4,5	450	125	325	72
kathodebasis	60	2500	—170	400	300	170	15	50	4,5	425	125	300	70,5
kathodebasis	100	2000	—150	400	280	170	15	50	6	340	120	220	65

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

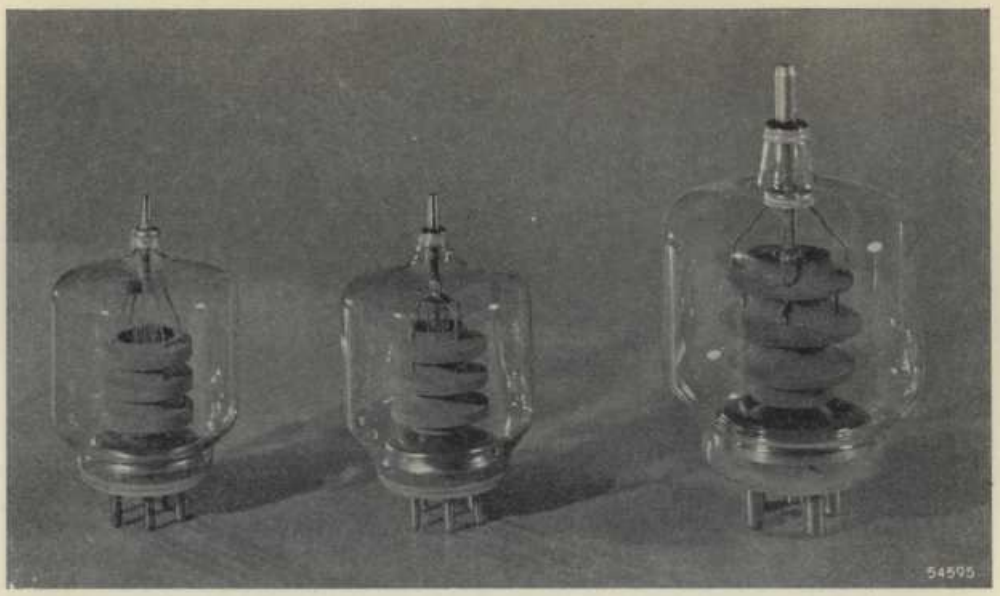


Fig. 14. Grotere zendbuizen (nog in ontwikkeling), ontworpen volgens dezelfde gedachtengang als de typen TB 2,5/300 en QB 2,5/250. Van links naar rechts: tetrode met 250 W anodedissipatie, triode met 270 W anodedissipatie, triode met 540 W anodedissipatie. Lengte der buizen (incl. pennen) ca 147, resp. 205 mm.

In *fig. 14* ziet men bijv. twee trioden met een anodedissipatie van 270, resp. 540 W, en een tetrode met een anodedissipatie van 250 W.

De beide kleinste typen zijn ontworpen voor 2 tot 3 kV, het grootste voor 3 tot 4 kV anodespanning, waarbij een vermogen kan worden ontwikkeld van 500 tot 800 W resp. 1200 tot 1600 W (instelling klasse C). Mede dank zij de zorgvuldige inwendige afscherming en de geringe waarden der capaciteiten kunnen deze vermogens nog worden afgegeven bij frequenties van 100 Mper/sec en hoger.

Zoals uit fig. 14 blijkt, zijn ook deze grotere typen geheel in glas uitgevoerd, met cylindrische electroden. Teneinde tot een volledig analoog geconstrueerde reeks van buizen te geraken, is bij het ontwerp gebruik gemaakt van gelijkvormigheidswetten. De specifieke belasting van de electroden en van het omhulsel is voor al deze typen dan ook nagenoeg gelijk, zodat eenzelfde mate van betrouwbaarheid is verkregen.

De beide kleinste der in fig. 14 afgebeelde typen passen in dezelfde buishouder als de buizen TB 2,5/300 en QB 2,5/300. De grootste heeft afwijkende maten van de contactpennen, doch past in een eveneens courant verkrijgbare houder.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

HET FORCEREN VAN TULPEN MET KUNSTLICHT

door R. van der VEEN.

631.588.5

De vroeg in het voorjaar bloeiende tulpen worden in kassen bij een temperatuur van ruim 20 °C in daglicht „getrokken". Uit in dit artikel beschreven experimenten blijkt, dat het ook mogelijk is deze vroege tulpen te verkrijgen door ze te forceren onder kunstlicht, in ruimten die alzijdig tegen warmteverlies geïsoleerd zijn. Deze nieuwe methode biedt verscheidene voordelen: de tulpen komen vroeger in bloei, de kwaliteit der planten en bloemen is beter, de exploitatiekosten zijn lager.

Het trekken van bollen in kassen

Lang voor de bloeitijd van de bollenvelden zijn in de bloemenwinkels reeds tulpen te verkrijgen. Zij zijn tot een vroege bloei geforceerd door een speciale behandeling, waarbij warmte en licht een grote rol spelen.

De tulpen die tot dusver in het vroege voorjaar aan de markt kwamen, zijn in kassen „getrokken". De kweker plant dan in het najaar (einde September of begin October) de hiervoor bestemde bollen heel dicht op elkaar in platte kisten. In elk van deze zg. trekkisten komen ongeveer 50 bollen te staan. De kisten moeten in een koele, vorstvrije omgeving bewaard worden. De ervaring leert, dat men de beste resultaten verkrijgt door ze voortdurend op een temperatuur van 9 °C te houden, waarbij dan een zeer langzame groei plaats vindt. In de practijk volstaat men er gewoonlijk mee de trekkisten in de grond in te kuilen. Dit blijkt meestal voldoende te zijn om gunstige voorwaarden voor de ontwikkeling van de bollen te scheppen.

Wanneer de spruiten ongeveer 6 cm buiten de bol uitgegroeid zijn (wat meestal einde December of in Januari het geval is), worden de trekkisten in een kas gebracht, waar zij bij een temperatuur van 21 à 22 °C in het daglicht komen te staan. Van dit ogenblik af gaat de ontwikkeling zeer snel. Afhankelijk van de soort zijn de tulpen dan na 15 tot 30 dagen in bloei. Om goede resultaten te krijgen moet men echter aan de twee genoemde voorwaarden — een kastemperatuur van iets boven de 20 graden en voldoende daglicht — streng de hand houden.

Hiermede is in het kort weergegeven op welke wijze in de practijk de vroege tulpen gekweekt worden. Het behoeft geen betoog, dat het in tijden van brandstoffenschaarste moeilijk is de kassen op de juiste temperatuur te houden. Gedurende hevige vorstperioden bleek dat voor een groot aantal kassen zelfs geheel onmogelijk te zijn. Daardoor komen bij het kweken van vroege tulpen nogal eens mislukkingen voor.

Het voldoende verwarmen van plantenkassen in koude winters is ook moeilijk in verband met de manier waarop deze kassen gebouwd zijn. Gewoonlijk zijn zij opgetrokken uit een metalen geraamte en aan alle kanten van glas voorzien. Deze constructie werkt het afvloeien van de in de kassen aanwezige warmte zeer in de hand. De meeste kassen zijn dan ook ware brandstoffen-verslinders. Het uit warmte-economisch oogpunt grote nadeel van een constructie van glas heeft men echter aanvaard, omdat voldoende licht een absolute noodzakelijkheid is voor de plantengroei.

Proeven over het forceren van tulpen onder kunstlicht

De vraag ligt voor de hand, of het niet mogelijk zou zijn tulpenbollen te trekken in ruimten die goed tegen warmteverlies geïsoleerd zijn, en dan de benodigde hoeveelheid licht daarbinnen in de vorm van kunstlicht toe te voeren.

In het algemeen kan men zeggen, dat de lichthoeveelheden, nodig om planten goed te laten groeien, zo groot zijn, dat het uit economisch oogpunt zelden verantwoord is ze uitsluitend met kunstlicht groot te brengen. Uit biologisch gezichtspunt bestaan er geen bezwaren tegen. Maar men zou moeten zorgen voor een verlichtingssterkte van 2000 tot 4000 lux gedurende een groot deel van het etmaal, wat hoge kosten met zich meebrengt.

Bij het trekken van bloembollen ligt de zaak echter enigszins anders. Het materiaal voor de ontwikkeling van de bloem en de bladeren treft men hier reeds als reservestoffen in de bol aan. Het licht behoeft daarom niet als energiebron voor de assimilatie te dienen, maar het is hoofdzakelijk een richting- en vormgevende factor. Een belangrijke taak ervan is het bevorderen van de vorming van chlorophyl (= bladgroen). Een sterke hoeveelheid licht heeft verder in het algemeen een remmende invloed op de groei, waardoor wordt belet, dat de planten te hoog en schriel worden. Blauw licht bevordert bij veel planten de vorming van anthocyaan, d.i. de stof die aan bloemen een heldere rode kleur geeft.

In 1930 werden door J. W. M. Roodenburg in samenwerking met het Philips-laboratorium te Eindhoven reeds enige proefnemingen verricht over de mogelijkheid van het trekken van tulpen met kunstlicht. De destijds verkregen resultaten gaven nog geen voldoende aanleiding tot een experiment op grotere schaal. In het voorjaar van 1946 hebben Roodenburg, J. D. W. van Geel en

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

C. Schoutsen[1]) zich opnieuw bezig gehouden met het trekken van bollen met kunstlicht. De hierbij verkregen uitkomsten brachten er Van Geel toe, mede in verband met de heersende kolenschaarste, deze trekmethode in het groot te proberen. Van deze proefneming, waarbij opmerkelijke resultaten verkregen werden, geven wij eerst een korte beschrijving.

Fig. 1. Tulpen geforceerd onder gloeilampen in een tegen warmteverlies geïsoleerde ruimte.

In Bovenkarspel werd een gladiolendroogschuur met een houtvezelplaat (de zg. „Kramfors"-plaat) van 2,5 cm dikte aan alle zijden behoorlijk geïsoleerd tegen warmteverlies en daarbij geheel van het daglicht afgesloten. Door middel van een kachel en een ventilator werd de temperatuur constant op 22 °C gehouden. Deze schuur werd nu van gloeilampen voorzien. Langs de gehele wand was een tafel van 110 cm breedte getimmerd om de trekkisten op te plaatsen en daarboven was een reeks van 75 W gloeilampen aangebracht, op onderlinge afstanden van 75 cm. De hoogte was zo gekozen, dat de lampen zich op 75 cm boven het bovenvlak van de trekkisten bevonden. Per m² te bestralen oppervlak was dus een vermogen van 90 W geïnstalleerd. De verlichtingsduur bedroeg 9 uur per etmaal. Om van het uitgestraalde licht een zo groot mogelijk profijt te trekken waren het plafond en de wanden van de schuur wit gemaakt.

De ontwikkeling van de eerste trek, die verricht werd met de tulpenvariëteit „Krelage's Triumph", verliep al dadelijk buitengewoon goed. Op 18 December werden de trekkisten met bollen in de

[1]) Mededelingen van de Directeur van de Tuinbouw, 1948, blz. 25.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

schuur gebracht en 17 dagen later begon de bloei reeds. Ter vergelijking werd tegelijkertijd een partij bollen van dezelfde afkomst op de gewone manier in een kas getrokken. De kwaliteit van de tulpen uit de verlichte droogschuur was beslist beter en bovendien was het aantal achterblijvers

De uit deze proef verkregen tulpen trokken in handelskringen grote belangstelling. Door deskundigen werden zij zeer gunstig beoordeeld. Opmerkelijk was de grote lengte van de stengel met toch voldoende stevigheid, een eigenschap die voor de marktwaarde van veel betekenis is.

Fig. 2. Een blik in de droogschuur te Bovenkarspel, waar een uitgebreide proef is genomen met het trekken van tulpen onder kunstlicht.

daaronder veel geringer; dit bedroeg nl. slechts 4%, tegen 10-15% normaal. Dat de tulpen van betere kwaliteit waren dan die welke in een kas geforceerd werden, moet zonder twijfel daaraan worden toegeschreven, dat men bij de planten in de droogschuur de verlichting en de temperatuur beter kon regelen. Toevallige veranderingen in de weersgesteldheid hadden daar geen invloed op de ontwikkeling der tulpen.

Na de zo goed geslaagde trek van „Krelage's Triumph" werd nog een trek uitgevoerd met een veel langzamer groeiende soort, de „Bartigon"-tulp. Deze werd op 16 Januari in de verlichte schuur gebracht. Ook bij deze tulp was de ontwikkeling en de kwaliteit goed. De bloemen waren beter dan die welke in kassen waren getrokken.

Nadat deze grote practijkproef goede resultaten had opgeleverd, hebben we in samenwerking met

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

Van Geel nog een aantal kleinere experimenten genomen om na te gaan, of men wellicht met minder licht kon volstaan en of een andere duur van de verlichting of een andere samenstelling van het licht misschien nog betere resultaten zou opleveren. We volstaan met een beknopte mededeling van de uitkomsten van deze proeven.

De in de grote proef toegepaste verlichting met lampen van 75 W (een vermogen van 90 W per m²) gedurende 9 uren per etmaal bleek juist voldoende te zijn. Werden deze lichtbronnen vervangen door lampen van 40 W, dan was de kwaliteit van de tulpen slechts matig. In dat geval was nl. de bladkleur te licht en waren de bloemen enigszins bleek, doordat de hoeveelheid licht blijkbaar niet voldoende was geweest voor de noodzakelijke chlorophylvorming. Werd de schuur met de 75 W lampen, in plaats van 9 uren per etmaal, continu verlicht, dan was de groei vaak te weelderig. De loofbladeren ontwikkelden zich te sterk, wat moeilijkheden gaf bij het in bossen binden van de tulpen. De kleur van het blad en de bloem en ook de lengte van de stengel waren in dit geval echter zeer goed. De gemiddelde bloei had bij continue verlichting enige dagen eerder plaats dan bij een verlichting van 9 uren per etmaal.

Bij deze proeven werd ook gebruik gemaakt van fluorescentielampen (TL-lampen) en wel soms van lampen die veel rood licht uitstralen en in andere gevallen van die welke hoofdzakelijk een blauwe straling geven. Bij een vermogen van 67 W per m² en 9 branduren van de verlichting per dag waren de groei en de kwaliteit van de tulpen zeer goed. De algehele ontwikkeling was echter iets minder snel dan bij gebruik van gloeilampen, waarschijnlijk doordat de fluorescentielampen minder infrarode straling uitzenden. Indien men echter lichtbronnen van een groter vermogen en een continue verlichting toepaste, verliep de groei weer veel sneller en wel het snelst onder de rode straling.

Het is nodig nog een nader onderzoek in te stellen naar de optimale duur, intensiteit en kleur van de verlichting. Zodra dit verricht is, zal men verschillende variëteiten op verschillende manieren kunnen behandelen, naar gelang van de eigenschappen die men wil bevorderen. De ene soort zal men wat langer wensen, een andere wat steviger, een derde soort zal meer blad moeten ontwikkelen en bij een vierde zal men verlangen, dat de bloemkleur wat levendiger is. Aan al deze eisen zal waarschijnlijk kunnen worden voldaan, wanneer de invloed van het kunstlicht op de ontwikkeling der planten uitvoeriger is onderzocht. Het zal dan aanbeveling verdienen fluorescentielampen toe te passen, omdat men daarbij de keuze heeft tussen typen met een tamelijk rode en met een meer blauwe straling. Experimenten hierover worden voortgezet bij de Mechanisatie-Commissie voor de Tuinbouw in Noord-Holland en in het Philips-laboratorium te Eindhoven.

Kostenbesparing bij het gebruik van kunstlicht

Uit het bovenstaande is gebleken, dat het gebruik van gloeilampen in tegen warmteverlies geïsoleerde schuren bij het forceren van tulpen de voordelen biedt, dat de planten vroeger in bloei kunnen zijn en dat de kwaliteit van de bloemen beter is dan bij het trekken in kassen.

De beslissing, of de methode algemeen toepassing zal vinden, hangt in sterke mate af van het antwoord op de vraag, of de onkosten daarbij hoger of lager zijn dan bij de gebruikelijke manier. Bij de boven medegedeelde grote proefneming te Bovenkarspel is daarnaar een nauwkeurig onderzoek ingesteld. Het bleek, dat per dag per m² trekkist werd uitgegeven:

aan verwarming	*f* 0,011
aan electriciteit	*f* 0,024
aan lampen	*f* 0,009
totaal	*f* 0,044.

Hier staat tegenover, dat de uitgaven aan verwarming per m² trekkist bedroegen in een met olie gestookte trekkas *f* 0,104 en in twee met vaste brandstoffen gestookte kassen resp. *f* 0,051 en *f* 0,052. Daarbij moet in aanmerking worden genomen, dat deze uitkomsten betrekking hebben op de zachte winter 1947/1948. In een strenge winter zijn de verwarmingskosten van trekkassen hoger, terwijl de exploitatiekosten van een geïsoleerde schuur bijna gelijk blijven. In dat geval is het financiële voordeel van de nieuwe methode dus nog van grotere betekenis.

Behalve de besparing op de brandstoffenrekening, vooral in jaren met strenge winters, is bij het gebruik van gloeilampen (en eventueel fluorescentielampen) ook nog van belang, dat de trek van de tulpen bedrijfszekerder is en dat in vele gevallen het bouwen en onderhouden van speciale trekkassen vervalt, omdat dan een deel van bestaande schuurruimten gebruikt kan worden.

Vele kwekers in Nederland zijn er reeds toe overgegaan om droogschuren in te richten voor het forceren van tulpen met kunstlicht. Ook in verscheidene andere landen bestaat veel belangstelling voor deze nieuwe methode.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

ONDERZOEK VAN SPIEGELS VOOR TELEVISIE-PROJECTIE

De kwaliteit van de sferische holle spiegel die deel uitmaakt van de Schmidt-optiek van televisie-projectie-ontvangers [1]), wordt getoetst met behulp van het afgebeelde toestel (foto genomen bij Philips Laboratories, Inc., Irvington-on-Hudson, N.Y., U.S.A.). Het principe van de opstelling kan aan de hand van de onderstaande schematische doorsnede worden toegelicht. Van een lampje met zeer klein gloeilichaam (bijv. een "concentrated arc lamp"), dat zich in de verticale zijbuis *B* bevindt, wordt door een half reflecterende plaat en het objectief van het horizontaal gerichte microscoop

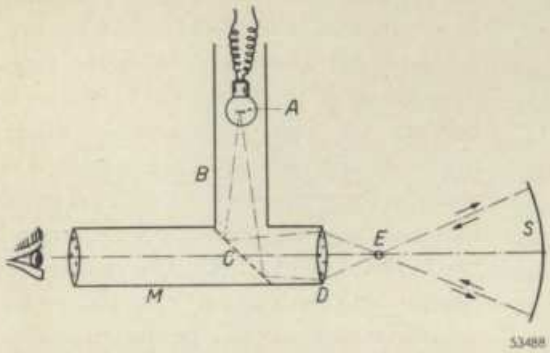
[1]) Zie P. M. van Alphen en H. Rinia, Philips techn. T. **10**, 97-106, 1948 (No. 4).

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

een verkleind reëel beeld ontworpen in punt *E*. Door geschikte keuze van de afstand tussen lampje en reflecterende plaat zorgt men, dat *E* in het vlak ligt waarop de combinatie van microscoop-objectief en oculair permanent scherp is ingesteld. Het beeld in *E* (dat men kijkende door het microscoop niet ziet, als gevolg van de stralenrichting), doet dienst als een puntvormige lichtbron, die een lichtbundel met wijde opening op de holle spiegel werpt. Het beeld van deze punt-lichtbron dat de holle spiegel levert, wordt op normale wijze met het microscoop bekeken. De half reflecterende plaat in de stralengang stoort hierbij niet, maar vermindert alleen de helderheid. Fouten van de spiegel openbaren zich door astigmatisme, te grote afmetingen of abnormale lichtverdeling van het waargenomen beeld.

Om geen superpositie van de natuurlijke „aberraties" te krijgen, die zelfs een ideale holle spiegel oplevert bij het afbeelden van voorwerpen die niet in het kromtemiddelpunt staan, is het noodzakelijk de lichtbron (*E*) in dit kromtemiddelpunt te brengen. De pointe van de geschetste opstelling is juist dat dit automatisch geschiedt wanneer men de nodige instellingen verricht om het waargenomen beeld zo scherp mogelijk te maken. Dit doet men met behulp van stelschroeven die het microscoop richten (om het beeld midden in het gezichtsveld te krijgen) en ten opzichte van de holle spiegel verschuiven. Ziet men het beeld zo scherp mogelijk, dan ligt dit in punt *E*, waarop het microscoop immers permanent scherp is ingesteld. Beeldpunt en lichtpunt vallen derhalve samen, dwz. zij bevinden zich in het kromtemiddelpunt van de holle spiegel.



M microscoopbuis
B zijbuis van microscoop
A lampje
C half reflecterende plaat
D microscoop-objectief
E plaats van het door *D* ontworpen reële beeld van *A*
S te onderzoeken sferische holle spiegel

OVERZICHT VAN RECENTE WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES DER N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN

Van deze publicaties, voorzover niet met een sterretje * gemerkt, verstrekt de Administratie van het Natuurkundig Laboratorium, Kastanjelaan, Eindhoven, op aanvrage overdrukken.

R 73: B. D. H. Tellegen: The gyrator, a new network element (Philips Res. Rep. **3**, 81-101, 1948, No. 2).

Naast de condensator, de weerstand, de spoel en de ideale transformator is een vijfde, lineair, constant, passief netwerkelement denkbaar, dat niet voldoet aan de reciprociteitsbetrekking. Dit element is een vierpool, waarbij de secundaire stroom (resp. spanning) evenredig is met de primaire spanning (resp. stroom). Het wordt aangeduid met de naam ideale gyrator. Door de invoering van dit element wordt het stelsel der netwerkelementen gecompleteerd en de netwerksynthese sterk vereenvoudigd. De gyrator kan physisch worden gerealiseerd door middel van een medium waarvan de deeltjes zowel een permanente electrische als een permanente magnetische dipool dragen, of door middel van het gyromagnetische effect in een ferromagnetisch medium.

R 74: H. Bremmer: On the theory of spherically symmetric inhomogeneous wave guides, in connection with tropospheric radio propagation and under-water acoustic propagation (Philips Res. Rep. **3**, 102-120, 1948, No. 2).

De atmosfeer kan worden opgevat als een gebogen golfpijp, bestaande uit een inhomogeen medium, waardoor radiogolven en acoustische

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!

www.freeservicemanuals.info 11/14/2023

golven zich kunnen voortplanten. Deze voorstelling wordt nader uitgewerkt. Het voortgeleidend vermogen van de golfpijp wordt vergeleken met dat van de zee ten opzichte van acoustische golven. De eigenschappen van beide soorten golfpijpen zijn in vele opzichten verwant, maar er zijn ook essentiële verschillen, die nader besproken worden. De verschillen treden op doordat het product $r\mu$ (r = afstand tot aardmiddelpunt, μ = brekingsindex) in het geval van de atmosfeer minstens één minimum vertoont en in het geval van de zee minstens één maximum. Ten gevolge daarvan bestaat er bijv. een verschil in de verdeling van de tijden van aankomst van de achtereenvolgende stralen afkomstig van een puntvormige bron die één enkele impuls (zeer korte golftrein) uitzendt. In het eerste geval zijn de tijdsintervallen het kortst voor de laatst aankomende stralen, in het tweede geval voor de eerst aankomende. Voorts worden enige algemene eigenschappen van sferische golfgeleiders besproken. Het begrip afsnijdfrequentie wordt beschouwd zowel van het standpunt der stralenoptiek als van dat van de eigenfuncties van de golfvergelijking.

R 75: A. van der Ziel en A. Versnel: Measurement of noise factors of pentodes at 7.25 m wavelength (Philips Res. Rep. **3**, 121-129, 1948, No. 2).

Metingen van ruisgetallen van penthoden zijn verricht bij een golflengte van 7,25 m als functie van de getransformeerde antenneweerstand. Het resultaat wordt vergeleken met de theorie. Theoretisch kan geïnduceerd roostergeruis (influentiegeruis) gedeeltelijk onderdrukt worden door een weerstand van ongeveer 30 ohm in de kathodeleiding. In de practijk doen andere factoren dit effect teniet. Aangetoond wordt dat in vele gevallen de zelfinductie in de kathodeleiding het ruisgetal doet toenemen, Dit kan men tegengaan door een condensator in serie met dezelfde leiding op te nemen, zodat resonantie optreedt. Ten slotte wordt het effect van inwendige terugkoppeling onderzocht; aangetoond wordt dat deze in vele gevallen het ruisgetal verhoogt.

R 76: K. F. Niessen: Indication of landing courses independent of weather conditions, II & III (Philips Res. Rep. **3**, 130-139, 1948, No. 2).

Vervolg van **R 66** (zie deze overzichten). In dit tweede en derde artikel wordt het geval besproken waarin de oneindig kleine dipolen vervangen worden door antennes van eindige lengte. De aanvliegbaan wordt daarbij aangegeven door twee antennes op ongelijke (II), respectievelijk gelijke (III) hoogte boven het aardoppervlak.

R 77: J. M. van Hofweegen en K. S. Knol: A universal adjustable transformer for u.h.f. work (Philips Res. Rep. **3**, 140-155, 1948, No. 2).

Met behulp van een nader aangegeven methode, die speciaal voor zeer hoge frequenties geschikt is, kan iedere impedantie in iedere andere impedantie worden getransformeerd door twee kortsluitbruggen op de juiste wijze in te stellen. De opstelling bestaat uit een afgeschermd tweedraad-Lechersysteem, dat ten opzichte van een afschermend omhulsel onsymmetrisch wordt belast. De opstelling kan ook gebruikt worden voor ruwe impedantiemetingen. Volgens hetzelfde principe kan ook met behulp van golfpijpen een universeel instelbare transformator worden geconstrueerd.

1719a: M. Gevers en F. K. du Pré: Power factor and temperature coefficient of solid (amorphous) dielectrics (Trans. Faraday Soc. **42A**, 47-53, 1946).

Voor de inhoud van dit artikel vergelijke men Philips techn. T. **9**, 91-96, 1947, No. 3 en deze overzichten No. **1726.**

1763: P. Baeyens: The effect of operating conditions on the throwing power of cyanide cadmium plating solutions (Third Intern. Conf. on Electrodeposition, No. 13).

Een glanzende cadmium-laag kan door galvanische bedekking onder sterk variërende omstandigheden worden verkregen, maar voor een economische arbeidsmethode, waarvoor een goede dieptewerking (indringen van het cadmium in holten) vereist is, bestaan er tamelijk nauwe grenzen wat betreft de stroomdichtheid en de temperatuur van het bad. Deze grenzen worden experimenteel bepaald.

1768*: P. J. Bouma: Physical aspects of colour, an introduction to the scientific study of colour stimuli and colour sensations. 312 blz., 113 fig., 15 tabellen en uitvoerige literatuurlijst (Meulenhoff, Amsterdam 1948).

Engelse vertaling van het boek: „Kleuren en kleurindrukken" van dezelfde schrijver, met enkele toevoegingen op het gebied van eenheidsvergelijkingen, de systemen van Ostwald en Munsell, erfelijkheid enz. Zie deze overzichten No. **1704** en boekbespreking Philips techn. T. **9**, 159, 1947.

Digitized in Heiloo the Netherlands Not for sale!